LES MAITRES DE LA PENSÉE SCIENTIFIQUE
COLLECTION DE MÉMOIRES PUBLIÉS PAR LES SOINS DE M. SOLOVINE

MÉMOIRES
SUR
LA RESPIRATION
ET
LA TRANSPIRATION
DES ANIMAUX

PAR

Antoine-Laurent LAVOISIER

QP
121
L 31

PARIS
GAUTHIER-VILLARS ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLY
Quai des Grands-Augustins, 55
1920

MBL/WHOI
0 0301 0019724 0

MÉMOIRES

SUR

LA RESPIRATION ET LA TRANSPIRATION

DES ANIMAUX

COLLECTION

" LES MAITRES DE LA PENSÉE SCIENTIFIQUE "

Viennent de paraître :

HUYGHENS (Christian). — *Traité de la Lumière.* Un vol. in-16 double couronne (180×115) de XII-156 pages; 1920; broché, net..... **3 fr. 60**

SPALLANZANI (Lazare). — *Observations et Expériences faites sur les Animalcules des Infusions.* Tome Ier. Un vol. in-16 double couronne (180×115) de VIII-106 pages; 1920; broché, net..... **3 fr.**

— Tome II. Un vol. in-16 double couronne (180×115) de 122 pages; 1920; broché, net..... **3 fr.**

LAVOISIER. — *Mémoires sur la respiration et la transpiration des animaux* ..... **3 fr.**

Sous presse :

LAVOISIER et LAPLACE, *Mémoire sur la Chaleur.*

D'ALEMBERT, *Traité de Dynamique.*

AMPÈRE, *De l'action exercée sur un courant électrique par un autre courant, etc.*, avec la lettre à Van Beck.

CARNOT, *Réflexions sur la métaphysique du Calcul infinitésimal.*

CLAIRAUT, *Eléments de Géométrie.*

DUTROCHET, *Les mouvements des Végétaux. — Du réveil et du sommeil des plantes.*

LAPLACE, *Essai philosophique sur les probabilités.*

Paraîtront prochainement :

HERTZ, *Equations électrodynamiques fondamentales des corps en mouvement et des corps en repos.*

GALILÉE, *Dialogues sur les deux principaux systèmes du monde.*

BOUGUER, *Essai d'optique sur la gradation de la lumière.*

NEWTON, *Principes mathématiques de la philosophie naturelle.*

Etc., etc.

DEMANDER LE PROSPECTUS SPÉCIAL

Il a été tiré de chaque volume 10 exemplaires sur papier de Hollande, au prix uniforme et net de 6 francs.

L 37

LES MAITRES DE LA PENSÉE SCIENTIFIQUE
COLLECTION DE MÉMOIRES PUBLIÉS PAR LES SOINS DE M. SOLOVINE

MÉMOIRES
SUR
LA RESPIRATION
ET
LA TRANSPIRATION
DES ANIMAUX

PAR

Antoine-Laurent LAVOISIER

PARIS
GAUTHIER-VILLARS ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.
Quai des Grands-Augustins, 55
—
1920

REMARQUE

Les poids et les mesures employés par SEGUIN et LAVOISIER étant ceux de l'ancien système, nous croyons rendre service au lecteur en indiquant leur valeur équivalente d'après le système métrique :

1 *livre* = 489,51 *grammes.*
1 *once* = 30,59 —
1 *gros* = 3,824 —
1 *grain* = 0,053 —
1 *pied* = 0 m. 324.
1 *pouce* = 0 m. 027.

AVERTISSEMENT

L'accroissement rapide des découvertes scientifiques engendre fatalement l'oubli des découvertes passées et de leurs auteurs. Cet oubli est encore favorisé par le fait regrettable que la plupart des mémoires et des ouvrages, où ces découvertes se trouvent exposées, sont complètement épuisés et introuvables.

La collection des Maîtres de la Pensée scientifique *comprendra les mémoires et les ouvrages les plus importants de tous les temps et de tous les pays. Elle est destinée à rendre accessibles aux savants et au public cultivé les travaux originaux, qui marquent les étapes successives dans la construction lente et laborieuse de l'édifice scientifique. Tous les domaines de la Science y seront représentés : les mathématiques, l'astronomie, la physique, la chimie, la géologie, les sciences naturelles et biologiques, la méthodologie et la philosophie des sciences. Etant la plus complète, elle fournira les documents indispensables aux historiens de la science et de la civilisation, qui voudront étudier l'évolution de l'esprit humain sous sa forme la plus élevée. Elle permettra aux savants de connaître plus intimement les décou-*

1 & 2 54

vertes de leurs devanciers et d'y trouver nombre d'idées originales. Les philosophes y trouveront une mine inépuisable pour l'étude épistémologique des théories et des concepts, au moyen desquels se construit la connaissance de l'univers. Elle offrira enfin à la jeunesse studieuse un moyen facile et peu coûteux de prendre contact à leur source même avec les méthodes expérimentales et les procédés ingénieux que les grands chercheurs ont dû inventer pour résoudre les difficultés — méthodes concrètes, infiniment plus suggestives et plus fécondes que ne sont les règles schématiques des Manuels.

On trouve encore dans les mémoires classiques, où la profondeur de la pensée et la justesse du raisonnement se manifestent sous une forme remarquablement lucide et élégante, le secret d'écrire les mémoires scientifiques d'une façon claire et précise, comme l'ont demandé à plusieurs reprises les savants les plus illustres de notre temps.

*
* *

Les mémoires et les ouvrages français seront réimprimés avec grande exactitude d'après les textes originaux les mieux établis, et ceux des savants étrangers seront traduits intégralement et avec une rigoureuse fidélité.

Notice biographique.

Antoine-Laurent LAVOISIER naquit à Paris le 26 août 1743 et reçut son éducation classique au collège Mazarin. Rêvant tout d'abord de devenir homme de lettres, il abandonna vite cette idée pour se consacrer entièrement à l'étude des sciences exactes. Il étudiait ainsi avec l'abbé de la Caille les mathématiques et l'astronomie, et avec Bernard de Jussieu la botanique; il suivait les cours de minéralogie et de géologie chez Guettard et s'exerçait aux manipulations de la chimie au laboratoire de Rouelle. A ces études il ajouta celles de droit, d'anatomie et de météorologie. En 1763 il devint collaborateur de Guettard, avec qui il fit de nombreuses excursions en vue de dresser l'atlas minéralogique de la France.

En 1765 il présenta à l'Académie des sciences son travail sur les différentes espèces de gypse, et en 1766 le *Mémoire sur le meilleur système d'éclairage de Paris*, pour lequel l'Académie lui décerna une médaille d'or. En 1768 il fut élu membre de cette compagnie, et obtint en 1769 une place de fermier général. Après plusieurs tournées d'inspection que lui imposait cette dernière fonction, il revint à Paris en 1771 et reprit ses travaux de laboratoire, d'où devaient sortir les remarquables découvertes qui ont révolutionné la chimie. Etant organisé à ses frais et constamment perfectionné par les appareils qu'il inventait pour faire ses délicates expériences, ce laboratoire était fréquenté par les plus éminents savants de son époque qui s'occupaient de problèmes de chimie et de physique.

En 1773 il publia ses *Opuscules physiques et chimiques*, où se trouvent réunies les importantes recherches qu'il avait faites jusqu'à cette date. La nouveauté de méthode aussi bien que la hardiesse des conclusions produisirent une grande impression sur le monde savant et provoquèrent de vives discussions.

En 1775 il présenta à l'Académie des sciences un *Mémoire sur la nature du principe qui se combine avec les métaux pendant la calcination et qui en augmente le poids*, mémoire de la plus haute importance, où il montra que l'augmentation de poids des métaux calcinés est due à l'absorption de l'oxygène, qui fut séparé par lui de l'air et considéré comme en constituant la partie éminemment respirable. En 1778 il publia son *Mémoire sur la combustion en général*, et en 1780 le *Mémoire sur la chaleur* en collaboration avec Laplace, dans lequel il jeta les bases de la calorimétrie. En 1784 il présenta à l'Académie des sciences le *Mémoire où l'on prouve par la décomposition de l'eau que ce fluide n'est point une substance*

simple et qu'il y a plusieurs moyens d'obtenir en grand l'air inflammable qui y entre comme principe constituant.

Après la publication de la *Méthode de nomenclature chimique* en 1787, en collaboration avec Morveau, Berthollet et de Fourcroy, il donna au monde savant en 1789 son *Traité élémentaire de chimie*. Il y exposa dans un ordre logique ses grandes découvertes et ses recherches inédites sur la fermentation alcoolique. La lutte qu'il mena pendant vingt ans contre l'hypothèse phlogistique de Stahl se termina ainsi par la victoire définitive de la nouvelle chimie, qu'on appelait *chimie pneumatique*, parce qu'elle était fondée sur les propriétés des *airs* et des *gaz*.

Déjà en 1777 Lavoisier ébaucha la théorie de la combustion respiratoire dans ses *Expériences sur la respiration des animaux et sur les changements qui arrivent à l'air en passant par leurs poumons*, qu'il compléta en 1785 par ses recherches sur l'*Altération qu'éprouve l'air respiré*; mais c'est dans les deux *Mémoires sur la respiration et la transpiration des animaux*, publiés en commun avec Seguin en 1789 et 1790, qu'il traita le sujet d'une façon vraiment magistrale. Non seulement qu'il y posa les fondements d'une explication physico-chimique des phénomènes vitaux, mais encore des processus psychiques eux-mêmes. « Ce genre d'observation, conclut-il, conduit à comparer des emplois de forces entre lesquelles il semblerait n'exister aucun rapport. On peut connaître, par exemple, à combien de livres en poids répondent les efforts d'un homme qui récite un discours, d'un musicien qui joue d'un instrument. On pourrait même évaluer ce qu'il y a de mécanique dans le travail du philosophe qui réfléchit, de l'homme de lettres qui écrit, du musicien qui compose. Ces effets, considérés comme purement moraux, ont quelque chose de physique et de matériel. »

Tous les travaux de Lavoisier sont marqués au coin du génie. Esprit inventif de premier ordre, expérimentateur remarquablement habile, il était encore doué d'une capacité de travail extraordinaire; de 6 à 9 h. du matin et de 7 à 10 h. du soir il se consacra aux recherches scientifiques, le reste de la journée était employé aux affaires de la ferme générale, de la régie des poudres et aux séances de l'Académie. Outre des problèmes de chimie et de physique qui le passionnèrent, il s'occupa activement des questions d'agriculture, de finances, d'administration et d'enseignement. Partout son esprit lucide et pénétrant savait mettre de l'ordre dans les choses les plus complexes et proposer des réformes utiles. D'une remarquable probité intellectuelle, généreux et bon, il se plaisait à relever le mérite de ses devanciers et était guidé dans ses recherches et ses actions par un profond amour de l'humanité, et s'efforçait constamment d'en améliorer les conditions d'existence.

Impliqué dans l'accusation contre les fermiers généraux, il fut emprisonné le 28 novembre 1793, jugé le 5 mai 1794 et guillotiné le 8 mai, à peine âgé de 50 ans.

EXPÉRIENCES

SUR

LA RESPIRATION DES ANIMAUX

ET SUR LES CHANGEMENTS QUI ARRIVENT A L'AIR EN PASSANT PAR LEUR POUMON [1]

De tous les phénomènes de l'économie animale, il n'en est pas de plus frappant ni de plus digne de l'attention des physiciens et des physiologistes, que ceux qui accompagnent la respiration. Si, d'un côté, nous connaissons peu l'objet de cette fonction singulière, nous savons, d'un autre, qu'elle est si essentielle à la vie, qu'elle ne peut être quelque temps suspendue, sans exposer l'animal au danger d'une mort prochaine.

L'air, comme tout le monde sait, est l'agent, ou plus exactement, le sujet de la respiration; mais, en même temps, toutes sortes d'air, ou plus généralement toutes sortes de fluides élastiques, ne sont pas propres à l'entretenir, et il est un grand nombre d'airs que les animaux ne peuvent respirer sans périr aussi promptement au moins que s'ils ne respiraient point du tout.

(1) Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 3 mai 1777 (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1777, p. 185).

Les expériences de quelques physiciens, et surtout celles de MM. Hales et Cigna, avaient commencé à répandre quelque lumière sur cet important objet; depuis, M. Priestley, dans un écrit qu'il a publié l'année dernière à Londres, a reculé beaucoup plus loin les bornes de nos connaissances, et il a cherché à prouver, par des expériences très ingénieuses, très délicates et d'un genre très neuf, que la respiration des animaux avait la propriété de phlogistiquer l'air, comme la calcination des métaux et plusieurs autres procédés chimiques, et qu'il ne cessait d'être respirable qu'au moment où il était surchargé, et en quelque façon saturé de phlogistique.

Quelque vraisemblable qu'ait pu paraître, au premier coup d'œil, la théorie de ce célèbre physicien, quelque nombreuses et quelque bien faites que soient les expériences sur lesquelles il a cherché à l'appuyer, j'avoue que je l'ai trouvée en contradiction avec un si grand nombre de phénomènes, que je me suis cru en droit de la révoquer en doute; j'ai travaillé, en conséquence, sur un autre plan, et je me suis trouvé invinciblement conduit, par la suite de mes expériences, à des conséquences toutes opposées aux siennes. Je ne m'arrêterai pas, dans ce moment, à discuter en particulier chacune des expériences de M. Priestley, ni à faire voir comment elles prouvent toutes en faveur de l'opinion que je vais développer dans ce mémoire; je me contenterai de rappeler celles qui me sont propres, et de rendre compte de leur résultat.

J'ai renfermé dans un appareil convenable, et dont il serait difficile de donner une idée sans le

secours de figures, 50 pouces cubiques d'air commun; j'ai introduit dans cet appareil 4 onces de mercure très pur, et j'ai procédé à la calcination de ce dernier, en l'entretenant, pendant 12 jours, à un degré de chaleur presque égal à celui qui est nécessaire pour le faire bouillir.

Il ne s'est rien passé de remarquable pendant tout le premier jour; le mercure, quoique non bouillant, était dans un état d'évaporation continuelle; il tapissait l'intérieur des vaisseaux de gouttelettes, d'abord très fines, qui allaient ensuite peu à peu en augmentant, et qui, lorsqu'elles avaient acquis un certain volume, retombaient d'elles-mêmes au fond du vase. Le second jour, j'ai commencé à voir nager, sur la surface du mercure, de petites parcelles rouges, qui, en peu de jours, ont augmenté en nombre et en volumes; enfin, au bout de douze jours, ayant cessé le feu et laissé refroidir les vaisseaux, j'ai observé que l'air qu'ils contenaient était diminué de 8 à 9 pouces cubiques, c'est-à-dire, environ d'un sixième de son volume; en même temps il s'était formé une portion assez considérable, et que j'ai évaluée environ à 45 grains, de mercure précipité *per se*, autrement dit, de *chaux de mercure*.

Cet air, ainsi diminué, ne précipitait nullement l'eau de chaux; mais il éteignait les lumières, il faisait périr en peu de temps les animaux qu'on y plongeait, il ne donnait presque plus de vapeurs rouges avec l'air nitreux, il n'était plus sensiblement diminué par lui, en un mot il était dans un état absolument méphitique.

On sait, par les expériences de M. Priestley et par les miennes, que le mercure précipité *per se*

n'est autre chose qu'une combinaison de mercure, avec un douzième environ de son poids, d'un air beaucoup meilleur et beaucoup plus respirable, s'il est permis de se servir de cette expression, que l'air commun; il paraissait donc prouvé que, dans l'expérience précédente, le mercure, en se calcinant, avait absorbé la partie la meilleure, la plus respirable de l'air, pour ne laisser que la partie méphitique ou non respirable; l'expérience suivante m'a confirmé de plus en plus cette vérité.

J'ai soigneusement rassemblé les 45 grains de mercure qui s'étaient formés pendant la calcination précédente; je les ai mis dans une très petite cornue de verre, dont le col, doublement recourbé, s'engageait sous une cloche remplie d'eau, et j'ai procédé à la réduction sans addition. J'ai retrouvé, par cette opération, à peu près la même quantité d'air qui avait été absorbée par la calcination, c'est-à-dire 8 à 9 pouces cubiques environ, et, en recombinant ces 8 ou 9 pouces avec l'air qui avait été vicié par la calcination du mercure, j'ai rétabli ce dernier assez exactement dans l'état où il était avant la calcination, c'est-à-dire dans l'état d'air commun : cet air, ainsi rétabli, n'éteignait plus les lumières, il ne faisait plus périr les animaux qui le respiraient, enfin, il était presque autant diminué par l'air nitreux que l'air de l'atmosphère.

Voilà l'espèce de preuve la plus complète à laquelle on puisse arriver en chimie, la décomposition de l'air et sa recomposition, et il en résulte évidemment : 1° que les cinq sixièmes de l'air que nous respirons sont, ainsi que je l'ai déjà annoncé

dans un précédent mémoire, dans l'état de mofette, c'est-à-dire incapables d'entretenir la respiration des animaux, l'inflammation et la combustion des corps; 2° que le surplus, c'est-à-dire un cinquième seulement du volume de l'air de l'atmosphère est respirable; 3° que, dans la calcination du mercure, cette substance métallique absorbe la partie salubre de l'air, pour ne laisser que la mofette; 4° qu'en rapprochant ces deux parties de l'air ainsi séparées, la partie respirable et la partie méphitique, on refait de l'air semblable à celui de l'atmosphère.

Ces vérités préliminaires sur la calcination des métaux vont nous conduire à des conséquences simples sur la respiration des animaux, et, comme l'air qui a servi quelque temps à l'entretien de cette fonction vitale a beaucoup de rapport avec celui dans lequel les métaux ont été calcinés, les connaissances relatives à l'un vont naturellement s'appliquer à l'autre.

J'ai mis un moineau franc sous une cloche de verre remplie d'air commun et plongée dans une jatte pleine de mercure; la partie vide de la cloche était de 31 pouces cubiques : l'animal n'a paru nullement affecté pendant les premiers instants, il était seulement un peu assoupi; au bout d'un quart d'heure, il a commencé à s'agiter, sa respiration est devenue pénible et précipitée, et, à compter de cet instant, les accidents ont été en augmentant; enfin au bout de 55 minutes, il est mort avec des espèces de mouvements convulsifs. Malgré la chaleur de l'animal, qui, nécessairement, avait dilaté, pendant les premiers instants, l'air contenu sous la cloche, il y a

eu une diminution sensible de volume : cette diminution était d'un quarantième environ à la fin du premier quart d'heure ; mais, loin d'augmenter ensuite, elle s'est trouvée un peu moindre au bout d'une demi-heure, et, lorsque, après la mort de l'animal, l'air contenu sous la cloche a eu repris la température du lieu où se faisait l'expérience, la diminution ne s'est plus trouvée que d'un soixantième tout au plus.

Cet air, qui avait été ainsi respiré par un animal, était devenu fort différent de l'air de l'atmosphère; il précipitait l'eau de chaux; il éteignait les lumières; il n'était plus diminué par l'air nitreux; un nouvel oiseau que j'y ai introduit n'y a vécu que quelques instants; enfin, il était entièrement méphitique, et, à cet égard, il paraissait assez semblable à celui qui était resté après la calcination du mercure.

Cependant un examen plus approfondi m'a fait apercevoir deux différences très remarquables entre ces deux airs, je veux dire entre celui qui avait servi à la calcination du moineau franc : premièrement, la diminution de volume avait été beaucoup moindre dans ce dernier que dans le premier; secondement, l'air de la respiration précipitait l'eau de chaux, tandis que l'air de la calcination n'y occasionnait aucune altération.

Cette différence, d'une part, entre ces deux airs, et, de l'autre, la grande analogie qu'ils présentaient, à beaucoup d'égards, m'a fait présumer qu'il se compliquait dans la respiration deux causes, dont probablement je ne connaissais encore qu'une

seule, et, pour éclaircir mes soupçons à cet égard, j'ai fait l'expérience suivante.

J'ai fait passer sous une cloche de verre remplie de mercure et plongée dans du mercure, 12 pouces d'air vicié par la respiration, et j'y ai introduit une petite couche d'alcali fixe caustique; j'aurais pu me servir d'eau de chaux pour le même usage, mais le volume qu'il aurait été nécessaire d'en employer aurait été trop considérable et aurait nui au succès de l'expérience.

L'effet de l'alcali caustique a été d'occasionner dans le volume de cet air une diminution de près d'un sixième; en même temps l'alcali a perdu en partie sa causticité; il a acquis la propriété de faire effervescence avec les acides, et il s'est cristallisé sous la cloche même en rhomboïdes très réguliers; propriétés que l'on sait ne pouvoir lui être communiquées qu'autant qu'on le combine avec l'espèce d'air ou de gaz connue sous le nom d'*air fixe*, et que je nommerai dorénavant *acide crayeux aériforme* [1]; d'où il résulte que l'air vicié par la respiration contient près d'un sixième d'un acide

(1) Il y a déjà longtemps que les physiciens et les chimistes sentent la nécessité de changer la dénomination très impropre d'*air fixe, air fixé, air fixable*; je lui ai substitué, dans le premier volume de mes Opuscules physiques et chimiques, le nom de *fluide élastique*; mais ce nom générique, qui s'applique à une classe de corps très nombreux, ne pouvait servir qu'en en attendant un autre. Aujourd'hui, je crois devoir imiter la conduite des anciens chimistes; ils désignaient chaque substance par un nom générique qui en exprimait la nature, et ils le spécifiaient par une seconde dénomination qui désignait le corps d'où ils avaient coutume de la tirer : c'est ainsi qu'ils ont donné le nom d'*acide vitriolique* à l'acide qu'ils retiraient du vitriol; le nom d'*acide marin* à celui qu'ils tiraient du sel marin, etc. Par une suite de ces mêmes principes, je nommerai *acide de la craie, acide crayeux*, la substance qu'on a désignée jusqu'ici sous le nom d'*air fixe* ou *air fixé*, par la raison que c'est de la craie et des terres calcaires que nous tirons le plus communément cet acide, et j'appellerai *acide crayeux aériforme* celui qui se présentera sous forme d'air.

aériforme, parfaitement semblable à celui qu'on retire de la craie.

Loin que l'air qui avait été ainsi dépouillé de sa partie fixable par l'alcali caustique eût été rétabli par là dans l'état d'air commun, il s'était, au contraire, rapproché davantage de l'air qui avait servi à la calcination du mercure, ou plutôt il n'était plus qu'une seule et même chose; comme lui, il faisait périr les animaux, il éteignait les lumières; enfin, de toutes les expériences de comparaison que j'ai faites avec ces deux airs, aucune ne m'a pu laisser apercevoir entre eux la moindre différence.

Mais l'air qui a servi à la calcination du mercure n'est autre chose, comme on l'a vu plus haut, que le résidu méphitique de l'air de l'atmosphère, dont la partie éminemment respirable s'est combinée avec le mercure pendant la calcination; donc l'air qui a servi à la respiration, lorsqu'il a été dépouillé de la portion d'acide crayeux aériforme qu'il contient, n'est également qu'un résidu d'air commun privé de sa partie respirable; et, en effet, ayant combiné avec cet air environ un quart de son volume d'air éminemment respirable, tiré de la chaux du mercure, je l'ai rétabli dans son premier état, et je l'ai rendu aussi propre que l'air commun, soit à la respiration, soit à l'entretien des lumières, de la même manière que je l'avais fait avec l'air qui avait été vicié par la calcination des métaux.

Il résulte de ces expériences que, pour ramener à l'état d'air commun et respirable l'air qui a été vicié par la respiration, il faut opérer deux effets : 1° enlever à cet air, par la chaux ou par un alcali

caustique, la portion d'acide crayeux aériforme qu'il contient; 2° lui rendre une quantité d'air éminemment respirable, ou déphlogistiqué, égale à celle qu'il a perdue. La respiration, par une suite nécessaire, opère l'inverse de ces deux effets, et je me trouve, à cet égard, conduit à deux conséquences également probables, et entre lesquelles l'expérience ne m'a pas mis encore en état de prononcer.

En effet, d'après ce qu'on vient de voir, on peut conclure qu'il arrive de deux choses l'une par l'effet de la respiration : ou la portion d'air éminemment respirable contenue dans l'air de l'atmosphère est convertie en acide crayeux aériforme en passant par le poumon; ou bien il se fait un échange dans ce viscère : d'une part, l'air éminemment respirable est absorbé, et, de l'autre, le poumon restitue à la place une portion d'acide crayeux aériforme presque égale en volume.

La première de ces deux opinions a pour elle une expérience que j'ai déjà communiquée à l'Académie. J'ai fait voir, dans un mémoire lu à la séance publique de Pâques 1775, que l'air éminemment respirable pouvait être converti en totalité en acide crayeux aériforme par une addition de poudre de charbon, et je prouverai dans d'autres mémoires qu'il est plusieurs autres moyens d'opérer cette même conversion. Il est donc possible que la respiration ait cette même propriété, et que l'air éminemment respirable qui est entré dans le poumon en ressorte en acide crayeux aériforme; mais, d'un autre côté, de fortes analogies semblent militer en

faveur de la seconde opinion, et porter à croire qu'une portion d'air éminemment respirable reste dans le poumon, et qu'elle s'y combine avec le sang. On sait que c'est une propriété de l'air éminemment respirable de communiquer la couleur rouge aux corps, et surtout aux substances métalliques avec lesquelles il est combiné : le mercure, le plomb et le fer en fournissent des exemples. Ces métaux forment, avec l'air éminemment respirable, des chaux d'un beau rouge, la première, connue sous le nom de *mercure précipité per se* ou de *mercure précipité rouge*; la seconde, sous le nom de *minium*; enfin la troisième, sous le nom de *colcotar*. Les mêmes effets, les mêmes phénomènes se retrouvent, comme on vient de le voir, et dans la calcination des métaux et dans la respiration des animaux; toutes les circonstances sont les mêmes, jusqu'à la couleur des résidus : ne pourrait-on pas en induire que la couleur rouge du sang est due à la combinaison de l'air éminemment respirable, ou plus exactement, comme je le ferai voir dans un prochain mémoire, à la combinaison de la base de l'air éminemment respirable avec une liqueur animale, de la même manière que la couleur rouge du mercure précipité rouge et du minium est due à la combinaison de la base de ce même air avec une substance métallique? Quoique M. Cigna, M. Priestley et les auteurs modernes qui se sont occupés de cet objet, n'aient point tiré cette conséquence, j'ose dire qu'il n'est presque aucune de leurs expériences qui ne paraisse tendre à l'établir. En effet, ils ont prouvé, et surtout M. Priestley, que le sang n'est rouge et vermeil

qu'autant qu'il est continuellement en contact avec l'air de l'atmosphère ou avec l'air éminemment respirable; qu'il devient noir dans l'acide crayeux aériforme, dans l'air nitreux, dans l'air inflammable, dans tous les airs qui ne sont point respirables, dans le vide de la machine pneumatique; qu'il reprend, au contraire, sa couleur rouge lorsqu'on le met de nouveau en contact avec l'air, et surtout avec l'air éminemment respirable; que cette restitution de couleur est constamment accompagnée d'une diminution dans le volume de l'air : or ne résulte-t-il pas de tous ces faits que l'air éminemment respirable a la propriété de se combiner avec le sang, et que c'est cette combinaison qui constitue sa couleur rouge. Au surplus, quelle que soit celle de ces deux opinions qu'on embrasse, soit que la portion respirable de l'air se combine avec le sang, soit qu'elle se change en acide crayeux aériforme en passant par le poumon; soit enfin, comme je serais assez porté à le croire, que l'un et l'autre de ces effets aient lieu pendant l'acte de la respiration, on pourra toujours, en ne s'attachant qu'aux faits, regarder comme prouvé :

1° Que la respiration n'a d'action que sur la portion d'air pur, d'air éminemment respirable, contenue dans l'air de l'atmosphère; que le surplus, c'est-à-dire la partie méphitique, est un milieu purement passif, qui entre dans le poumon et en ressort à peu près comme il y était entré, c'est-à-dire sans changement et sans altération;

2° Que la calcination des métaux dans une portion donnée d'air de l'atmosphère n'a lieu, comme je l'ai

déjà annoncé plusieurs fois, que jusqu'à ce que la portion de véritable air, d'air éminemment respirable, qu'il contient, ait été épuisée et combinée avec le métal;

3° Que, de même, si l'on enferme des animaux dans une quantité donnée d'air, ils y périssent lorsqu'ils ont absorbé ou converti en acide crayeux aériforme la majeure partie de la portion respirable de l'air, et lorsque ce dernier est réduit à l'état de mofette;

4° Que l'espèce de mofette qui reste après la calcination des métaux ne diffère en rien, d'après toutes les expériences que j'ai faites, de celle qui reste après la respiration des animaux, pourvu toutefois que cette dernière ait été dépouillée, par la chaux ou par les alcalis caustiques, de sa partie fixable, c'est-à-dire de l'acide crayeux aériforme qu'elle contenait; que ces deux mofettes peuvent être substituées l'une à l'autre dans toutes les expériences, et qu'elles peuvent être ramenées toutes deux à l'état de l'air de l'atmosphère par une quantité d'air éminemment respirable égale à celle qu'ils ont perdue. Une nouvelle preuve de cette dernière vérité, c'est que, si l'on augmente ou que l'on diminue, dans une quantité donnée d'air de l'atmosphère, la quantité de véritable air, d'air éminemment respirable qu'elle contient, on augmente ou on diminue dans la même proportion la quantité de métal qu'on peut y calciner, et, jusqu'à un certain point, le temps que les animaux peuvent y vivre.

Les bornes que je me suis prescrites dans ce mémoire ne m'ont pas permis d'y faire entrer beau-

coup d'autres expériences qui viennent à l'appui de la théorie que j'y expose; de ce nombre sont une partie de celles dont nous nous sommes occupés dans le laboratoire de M. de Montigny, MM. Trudaine, de Montigny et moi, pendant les vacances de l'Académie : ces expériences, suivant ce que nous avons lieu d'espérer, jetteront encore un nouveau jour, non seulement sur la respiration des animaux, mais encore sur la combustion; opérations qui ont encore entre elles un rapport beaucoup plus grand qu'on ne le croirait au premier coup d'œil.

ALTÉRATIONS

QU'ÉPROUVE L'AIR RESPIRÉ[1]

La chimie moderne nous a fait connaître qu'indépendamment de l'air que nous respirons il existe dans la nature beaucoup de fluides qui ont un grand rapport avec lui par leurs qualités apparentes. Comme l'air de l'atmosphère, ils sont transparents et sans couleur; comme lui, ils sont dilatables, élastiques et compressibles; comme lui, ils ont une transparence et une fluidité si parfaites, qu'ils échapperaient aux sens de la vue et du toucher, si la possibilité de les contenir dans des vaisseaux, et la résistance qu'ils apportent au mouvement des corps n'avertissaient de leur présence. Mais, si ces fluides ont une ressemblance trompeuse avec l'air de l'atmosphère par les qualités extérieures, et qu'on peut regarder comme physiques, ils en diffèrent essentiellement par leurs qualités chimiques : les uns ne sont autre chose que des acides ou des alcalis en vapeur; les autres sont des substances neutres, d'une nature très singulière; d'autres, enfin, sont encore absolument inconnus.

Des recherches plus approfondies sur la nature des fluides aériformes ont fait connaître que c'était au

(1) *Recueil des Mémoires de Lavoisier*, t. III, p. 13. Mémoire lu à la Société de médecine en 1785. On y a fait depuis quelques changements. (*Note du Recueil.*)

calorique qui entrait dans leur composition qu'ils devaient leur fluidité; que toutes les substances volatiles, soit liquides, soit concrètes, étaient susceptibles de se vaporiser, de se fluidifier, à un certain degré de chaleur; que le baromètre, par exemple, étant à vingt-huit pouces, c'est-à-dire à sa hauteur moyenne, l'eau prenait l'état aériforme à une chaleur de quatre-vingts degrés, l'alcool à soixante-six, l'éther à trente-deux, etc., que ces liquides, ainsi transformés en fluides, pouvaient être contenus sous des cloches ou récipients de verre, être transvasés de l'un dans l'autre, et se prêter à toutes les expériences qu'on peut faire sur l'air de l'atmosphère, sur l'air vital, et en général sur tous les fluides respirables.

L'état de fluidité n'est donc qu'une manière d'être des corps, et le mot fluide n'est qu'une expression générique, qui caractérise, non pas une espèce, mais une classe de corps.

Ces considérations générales pouvaient déjà porter à croire que l'air de l'atmosphère n'était point une substance simple, qu'il devait être, au contraire, un mélange de toutes les substances susceptibles de prendre l'état aériforme au degré de chaleur et de pression dans lequel nous vivons, et l'expérience a confirmé ce que l'analogie faisait supposer. La chimie moderne a osé entreprendre l'analyse de l'air de l'atmosphère, et elle est parvenue à reconnaître qu'il est composé de 25 parties environ d'un air éminemment propre à la respiration, et qu'on connaît aujourd'hui sous le nom d'air vital, et de 75 parties d'un fluide méphitique, absolument incapable d'entretenir la combustion des corps et la respiration des

animaux. Ce fluide est connu, dans la nouvelle nomenclature, sous le nom de gaz azote. En parlant de cette proportion de 75 parties de gaz azote contre 25 d'air vital, on trouve, pour le nombre de pouces cubes de chacun des deux fluides dont le pied cube d'air atmosphérique est composé, les quantités suivantes :

	Pouces.
Air vital.....	432
Gaz azote.....	1296
Total	1728, ou un pied cube.

Pour exprimer en poids ces mêmes quantités, je me suis assuré, par des expériences nombreuses, dont je rendrai compte ailleurs, que, le baromètre étant à 28 pouces, c'est-à-dire à sa hauteur moyenne, et le thermomètre de Réaumur à 10 degrés,

Le pied cube :	Onces.	Gros.	Grains.
d'air atmosphérique pèse.	1	3	3
d'air vital.....	1	4	12
de gaz azote.....	1	2	48

D'où il suit qu'un pied cube d'air atmosphérique est composé comme ci-après :

	Pouces.	Onces.	Gros.	Grains.
Air vital.....	432, pesant.....	»	3	3
Gaz azote.....	1296, pesant.....	1	»	»
Total	1728	1	3	3

De ces différentes substances qui entrent dans la composition de l'air de l'atmosphère, l'air vital est la seule qui soit essentielle au maintien de la respiration, le gaz azote n'y concourt en rien, si bien qu'on

pourrait même substituer à ce gaz un autre fluide méphitique. Pourvu que ce fluide n'eût point de qualité irritante et délétère, pourvu qu'il ne fût mêlé avec l'air vital que dans la proportion de soixante et douze parties sur cent, il résulterait de cette combinaison un fluide aussi salubre, aussi respirable que l'air de l'atmosphère.

Telles sont les connaissances que la physique et la chimie peuvent donner à la médecine, sur la constitution de l'air que nous respirons. Mais quelles sont les altérations qui arrivent à ce même air dans les différentes circonstances de la vie? Quelle est leur influence sur les organes de la respiration? Quel désordre peut il en résulter dans l'économie animale? Quels sont les moyens de les prévenir ou d'y remédier ? C'est l'effet du travail que j'ai entrepris, et dont je rendrai successivement compte dans plusieurs mémoires.

C'est un fait bien anciennement reconnu que les animaux qui respirent ne peuvent vivre qu'un temps limité dans une quantité donnée d'air de l'atmosphère; bientôt ils y languissent, ils s'y assoupissent; ce sommeil, d'abord paisible, est suivi d'une grande agitation; la respiration devient pénible et précipitée, et les animaux meurent dans des mouvements convulsifs. Ces accidents se succèdent plus ou moins rapidement, suivant que la quantité d'air dans laquelle les animaux sont renfermés est plus ou moins grande, relativement à leur volume et à celui de leur poumon; la vigueur de l'animal contribue aussi à prolonger un peu plus longtemps son existence; mais, en partant d'une proportion commune, on a observé qu'un homme ne pouvait pas subsister

plus d'une heure dans un volume d'air de cinq pieds cubes.

Pour bien connaître le genre d'altération qui arrive à l'air, lorsqu'il a été respiré ainsi par les animaux, j'ai introduit un cochon d'Inde sous une cloche de cristal renversée sur du mercure; elle contenait 248 pouces cubiques d'air vital. Je l'y ai laissé pendant une heure et un quart; au bout de ce temps, je l'ai retiré de la même manière qu'il y avait été introduit, c'est-à-dire en le faisant passer par le mercure. Je ne me suis pas aperçu que ces deux passages l'eussent aucunement incommodé.

Pour rendre les comparaisons plus faciles, je supposerai que la quantité d'air vital dans lequel le cochon d'Inde a ainsi séjourné fût d'un pied ou de 1728 pouces cubiques, et je rapporterai, par calcul, les résultats à ce volume. Lorsque le cochon d'Inde a été retiré de dessous la cloche, les 1728 pouces cubiques d'air vital se sont trouvés réduits à 1672 3/4; il y avait donc eu une diminution de volume de 55 pouces 1/4; il s'était formé en même temps 229 pouces 1/2 d'acide carbonique, ce dont je me suis assuré en introduisant de l'alcali caustique sous la cloche; enfin, les 1443 pouces 1/4 restant étaient encore de l'air vital fort pur.

En convertissant ces volumes en poids, on aura, pour les quantités d'air restantes sous la cloche, après que l'animal en a été retiré :

	Onces.	Gros.	Grains.
Air vital.....	1	2	10 2/3
Acide carbonique.....	»	2	15 1/3
Total	1	4	26

L'air, dans cette expérience, a été diminué d'environ un trente-deuxième de son volume, mais il a augmenté de pesanteur absolue ; d'où il résulte évidemment, 1° que l'air extrait quelque chose du poumon pendant l'acte de la respiration ; 2° que la substance extraite, combinée avec l'air vital, forme de l'acide carbonique ; or on sait qu'il n'y a que la matière charbonneuse qui ait cette propriété ; l'air, par l'acte de la respiration, extrait donc du poumon une matière véritablement charbonneuse.

Mais il est à considérer que cette augmentation de poids, qui ne paraît être que de 13 grains 2/3, est réellement beaucoup plus considérable qu'on ne la croirait d'abord : en effet, dans l'expérience que je viens de rapporter, il n'y a eu que 229 pouces 1/2 d'acide carbonique formé ; or, d'après les résultats très exacts que j'ai discutés ailleurs, 100 parties d'acide carbonique en poids sont composés de 74 parties d'air vital et de 26 de charbon. Les 229 pouces 1/2 d'acide carbonique obtenu contenaient donc :

	Grains.
Air vital.....	117,90
Charbon	41,43

Les 117 grains,9 d'air vital reviennent, en pouces cubes, à 232 pouces 2/3.

Si donc il n'y avait eu d'air vital employé qu'à faire de l'acide carbonique, la quantité restante, après l'opération, aurait dû être de :

1728 — 232 2/3 = 1495 1/3

Elle ne s'est trouvée que de..... 1443 1/4

Déficit 52 1/12

Il est donc évident qu'indépendamment de la portion d'air vital qui a été convertie en acide carbonique, une portion de celui qui est entré dans le poumon n'en est pas ressortie dans le même état; et il en résulte qu'il se passe de deux choses l'une dans l'acte de la respiration, ou qu'une portion d'air vital s'unit avec le sang, ou bien qu'elle se combine avec une portion d'hydrogène pour former de l'eau. Je discuterai, dans d'autres mémoires, les motifs qu'on peut alléguer en faveur de chacune de ces opinions; mais, en supposant, comme il y a quelque lieu de le croire, que la dernière soit préférable, il est aisé, d'après l'expérience ci-dessus, de déterminer la quantité d'eau qui se forme par la respiration, et la quantité d'hydrogène qui est extraite du poumon. En effet, puisque, pour former 100 parties d'eau, il faut employer 85 parties environ en poids d'air vital et 15 de gaz hydrogène, il en résulte qu'avec les 52 pouces 1/12 d'air qui se sont trouvés manquer, il a dû se former 31 grains 1/9 d'eau, et qu'il s'est dégagé du poumon du cochon d'Inde 4 grains 2/3 d'hydrogène.

La même expérience, répétée dans l'air commun, donne des résultats analogues : diminution du volume de l'air; augmentation de poids absolu; formation d'acide carbonique et d'eau; dégagement de matière charbonneuse et d'un peu d'hydrogène qui est enlevé du poumon par l'acte de la respiration; mais le gaz azote qui reste, et qui se mêle avec l'acide carbonique et une portion d'air vital non consommée, complique le résultat. En conséquence, lorsqu'un pied cube d'air atmosphérique a été respiré autant

qu'il le peut être, et que les animaux ne peuvent plus y demeurer sans courir le risque d'y perdre en quelques instants la vie, il est composé à peu près comme il suit, par chaque pied cube, je dis à peu près, car il se trouve de grandes variétés, surtout dans la quantité d'acide carponique. Il contient :

	Pouces.
Air vital	173
Gaz acide carbonique	200
Gaz azote	1355
Total	1728

Ce qui donne en poids :

	Onces.	Gros.	Grains.
Air vital	»	1	15 2/3
Gaz acide carbonique	»	1	66
Gaz azote	1	»	26
Total	1	3	35 2/3

Je dois avertir que tous ces résultats ont été déterminés sur de l'air de la respiration, après qu'il avait été refroidi et qu'il avait déposé l'humidité surabondante dont il est chargé en sortant du poumon.

Dans l'expérience faite sur le cochon d'Inde renfermé dans de l'air vital, et que je viens de rapporter, je m'étais aperçu que cet animal souffrait considérablement à la fin de l'expérience; cependant on a vu qu'il n'y avait encore qu'une très petite portion d'air qui fût viciée, c'est-à-dire convertie en acide carbonique, et qu'il restait beaucoup plus d'air vital qu'il n'en fallait pour constituer un air salubre; cette circonstance avait déjà été observée par

Priestley; mais l'objet que je me suis proposé dans ce mémoire a exigé que je répétasse une partie de ses expériences. C'est toujurs sur des cochons d'Inde que j'ai principalement opéré; l'air vital que je leur faisais respirer était à peu près pur, et ne contenait que cinq à six parties de gaz azote sur cent. Quoique les animaux vécussent beaucoup plus longtemps dans un volume de cet air qu'ils ne l'auraient fait dans un pareil volume d'air atmosphérique, ils y périssaient cependant longtemps avant qu'il fût complètement vicié; pour reconnaître la cause de ce phénomène, Bucquet, qui a bien voulu concourir à quelques-unes de mes expériences, a fait l'ouverture de plusieurs des cochons d'Inde qui y avaient été soumis et qui en avaient été les victimes.

Ils lui ont paru morts d'une fièvre ardente et d'une maladie inflammatoire. Leurs chairs, à l'inspection, étaient fort rouges; le cœur était livide, gorgé de sang, surtout le ventricule et l'oreillette droits; le poumon était très flasque, mais très rouge, même au dehors, et très gorgé de sang.

Nous en avions conclu que l'air salubre consiste en une juste proportion entre l'air vital et le gaz azote, et qu'il est important, pour les animaux qui respirent, que cette proportion, qui est de 25 parties environ d'air vital sur 75 de gaz azote, ne varie pas beaucoup, ni en dessus ni en dessous; mais, depuis, nous avons reconnu, Seguin et moi, qu'un air dans lequel il entre une beaucoup plus petite proportion d'air vital est encore respirable, et que les accidents que les animaux éprouvent, longtemps avant d'avoir consommé tout l'air vital contenu dans l'air qu'ils respirent, tiennent à la qualité irritante de l'acide

carbonique qui se forme. Les expériences que nous rapporterons sur cet objet, dans la suite de ces mémoires, ne laisseront aucun doute à cet égard.

Puisque l'air de l'atmosphère ne peut entretenir que pendant un certain temps la vie des animaux qui le respirent, puisqu'il s'altère à mesure qu'il est respiré, on peut en conclure que la salubrité de l'air doit être plus ou moins diminuée dans les salles de spectacle, dans les lieux d'assemblées publiques, dans les salles des hôpitaux, dans tous les endroits où un grand nombre de personnes se rassemblent, surtout si l'air y circule lentement et difficilement.

Il m'a paru intéressant de déterminer jusqu'à quel point allait cette altération : pour y parvenir, j'ai choisi à l'hôpital général le dortoir le plus bas, celui où un plus grand nombre de personnes se trouvait rassemblé dans un espace étroit, enfin celui qui, sous ce point de vue, m'a paru le plus malsain; je m'y suis transporté à la pointe du jour et avant l'heure où on en fait l'ouverture; je m'y suis introduit à l'instant où la porte a été ouverte et j'ai recueilli deux flacons de l'air de cette salle, l'un pris dans le bas, c'est-à-dire jusqu'au niveau du plancher inférieur, l'autre dans la partie haute et le plus près que j'ai pu du plancher supérieur. Le premier de ces deux airs, celui qui avait été pris dans le bas, n'était que médiocrement altéré; il s'est trouvé contenir, sur cent parties en volume :

	Parties.
Air vital	23 1/2
Gaz acide carbonique	1 1/2
Gaz azote	75
Total	100

L'air pris dans le haut de ce même dortoir avait souffert une altération beaucoup plus considérable, il contenait :

	Parties.
Air vital	22
Gaz acide carbonique	3
Gaz azote	75
Total	100

J'ai tenté de faire les mêmes épreuves sur l'air des salles de spectacle. Les comédiens français étaient alors établis aux Tuileries, et c'est dans leur salle que j'ai opéré. J'ai choisi un jour où l'affluence des spectateurs était très-grande, et, muni de deux flacons pleins d'eau, j'ai vidé l'un dans le haut de la salle, dans une petite loge qui avait été fermée pendant tout le temps du spectacle; l'autre dans le bas du parterre, quelques instants avant qu'on en sortît.

On conçoit que cette seconde partie de mon opération ne s'est pas faite sans quelque embarras et sans quelques difficultés : le moindre événement, le moindre mouvement extraordinaire aurait fait sensation au parterre et n'aurait pas manqué de troubler le spectacle; aussi me suis-je borné à me glisser à l'entrée, quelques instants avant la fin de la dernière pièce, à me placer près de la sentinelle, que j'avais prévenue, et à y vider mon flacon de cristal. Mais l'air que j'avais ainsi obtenu avait été recueilli trop près de la porte d'entrée; l'eau, d'ailleurs, à travers laquelle il avait passé en s'introduisant dans le flacon, avait nécessairement absorbé une portion d'acide carbonique; aussi l'examen auquel je l'ai soumis ne m'a-

t-il pas présenté de différences très sensibles avec l'air du dehors; mais il n'en a pas été de même de l'air recueilli dans le haut de la salle; sur cent parties, il s'est trouvé contenir :

	Parties.
Air vital	21
Gaz acide carbonique	2 1/2
Gaz azote	76 1/2
Total	100

D'où l'on voit que la proportion d'air vital contenue dans l'air se trouvait sensiblement diminuée dans la partie haute de la salle. Il serait à souhaiter que ces expériences pussent être répétées plus en grand avec des appareils plus commodes; il faudrait éviter surtout que l'air ne fût lavé au moment où on le recueille; on y parviendrait aisément par le moyen de tuyaux de fer-blanc qui communiqueraient de l'extérieur à l'intérieur de la salle, et à l'extrémité desquels on adapterait des ballons qu'on aurait préalablement vidés d'air par le moyen de la machine pneumatique. On pourrait alors se procurer aisément et sans embarras la quantité d'air nécessaire pour en déterminer la pesanteur spécifique, et les expériences pourraient être faites assez en grand pour que les petites différences devinssent sensibles; enfin, on pourrait les répéter un assez grand nombre de fois pour que les erreurs inévitables dans des opérations aussi délicates pussent disparaître et se compenser. Un pareil travail ne peut être entrepris que de l'aveu du gouvernement; il en résulterait immanquablement des connaissances précieuses sur la construction

des salles de spectacle, sur celle des hôpitaux, sur celle de tous les lieux où le public se porte en grande affluence.

Quelque imparfaites que soient, au surplus, ces premières expériences, on aperçoit, en les rapprochant des résultats obtenus en petit, sous des récipients de verre, que l'air de l'atmosphère, qui naturellement n'est composé que de deux fluides, l'air vital et le gaz azote, se trouve composé de trois, dans les salles d'assemblées nombreuses, au moyen de la conversion d'une partie d'air vital en gaz acide carbonique; que ces trois fluides ne sont pas mélangés dans des proportions égales dans toutes les parties de la salle, qu'ils tendent, au contraire, à se disposer en raison de leur gravité spécifique, que le gaz azote, comme plus léger, et favorisé d'ailleurs par la chaleur qui le dilate, se porte naturellement vers le haut, qu'il s'établit en conséquence une espèce de circulation d'air, et qu'à mesure que l'air méphitique parvient à s'échapper par le haut, il est remplacé par de l'air frais qui s'introduit par les ouvertures d'en bas.

Cette circulation existe plus ou moins dans toutes les salles, souvent même en dépit de l'architecte qui en a dirigé la construction; sans elle, sans le renouvellement d'air qui en résulte, les spectateurs seraient exposés aux accidents les plus fâcheux, avant même que le spectacle finît. Pour s'en convaincre, il ne s'agit que de prendre pour exemple une salle quelconque de spectacle, de trente pieds de long, sur vingt-cinq de large et sur trente de hauteur. Une salle de ces dimensions aurait une capacité de vingt-deux mille cinq cents pieds cubes, et pourrait conte-

nir environ mille spectateurs; or, puisque chaque individu consomme, comme je l'ai exposé plus haut, environ cinq pieds cubes d'air par heure, il en résulte que, s'il n'y avait point de renouvellement, l'air de la salle serait complètement méphitique au bout de quatre heures et demie; mais il est probable en même temps que le plus grand nombre des spectateurs serait gravement incommodé et périrait longtemps avant cette époque.

Le même calcul appliqué à des salles d'assemblées publiques, basses et étouffées, et dont je pourrais citer des exemples [1], expliquerait pourquoi, les jours de grande affluence, l'attention des auditeurs ne peut se soutenir au delà de deux ou trois heures. Au bout de ce temps, il s'établit une impatience machinale, occasionnée par le malaise et par une souffrance physique dont on ne se rend pas compte. Malheur, dans ces circonstances, au lecteur auquel on a réservé les derniers instants de la séance! L'intérêt de son sujet ne se communique pas à l'auditoire; on ne lui accorde plus ni bienveillance, ni même attention, et il n'obtient pas le tribut d'applaudissements et de reconnaissance sur lesquels il aurait été en droit de compter dans des circonstances plus favorables.

J'avais pour objet, en commençant ce mémoire, de rendre compte des diverses altérations qui arrivent à l'air dans les circonstances les plus ordinaires de la vie; mais je m'aperçois que je n'ai ébauché qu'un seul point de l'objet que je m'étais proposé de traiter, et je crains déjà d'abuser de l'attention que l'assemblée a bien voulu m'accorder. Je me trouve donc forcé

(1) Cette salle où s'assemblait l'Académie française, au Louvre.

de remettre à une seconde partie ce que j'ai à dire sur les altérations que produisent dans l'air la combustion des lampes, des bougies, des chandelles, du charbon; les enduits de plâtre frais et la peinture à l'huile. Cette portion de mon travail est à peu près finie, et je serai en état de la communiquer incessamment à la société.

Il me restera à considérer, dans une troisième partie, l'air de l'atmosphère, non pas comme un fluide aériforme susceptible de se décomposer, mais comme un agent chimique qui peut se charger, par voie de dissolution et même d'une sorte de division mécanique, de miasmes d'une infinité d'espèces. On est effrayé quand on pense que, dans une assemblée nombreuse, l'air que chaque individu respire a passé et repassé un grand nombre de fois, soit en tout, soit en partie, par le poumon de tous les assistants, et qu'il a dû se charger d'exhalaisons plus ou moins putrides; mais de quelle nature sont ces émanations? Jusqu'à quel point diffèrent-elles dans un sujet ou dans un autre, dans la vieillesse ou dans la jeunesse, dans l'état de maladie ou de santé? Quelles sont les maladies susceptibles de se gagner par ce genre de communication? Quelles précautions pourrait-on prendre pour neutraliser ou pour détruire l'influence dangereuse de ces émanations? Il n'est peut-être aucun de ces points dont l'examen ne puisse donner prise à l'expérience, et il n'en est pas de plus important pour la conservation de l'espèce humaine. Tous les arts marchent rapidement vers l'état de perfection; celui de vivre en société, de conserver dans leur état de force et de santé un grand nombre d'individus

réunis ensemble, de rendre les grandes villes plus salubres, la communication des maladies contagieuses moins facile, est encore dans son enfance.

Les grands travaux qu'on peut entreprendre sur un objet aussi important ne peuvent être que l'ouvrage des sociétés savantes; nul homme ne peut se flatter d'avoir les connaissances nécessaires pour remplir seul un plan si étendu. Ce n'est donc qu'en comptant sur les conseils, sur les lumières, sur les secours de la société, que j'ose entreprendre de défricher quelques parties de ce vaste champ.

PREMIER MÉMOIRE

SUR

LA RESPIRATION DES ANIMAUX

Par

SEGUIN et LAVOISIER[1].

La respiration est une des fonctions les plus importantes de l'économie animale, et, en général, elle ne peut être quelque temps suspendue sans que la mort en soit une suite inévitable. Cependant, jusqu'à ces derniers temps, on a complètement ignoré quel est son usage, quels sont ses effets; et tout ce qui est relatif à la respiration était au nombre de ces secrets que la nature semblait s'être réservés.

Le retard de nos connaissances sur un objet aussi important tient à ce qu'il existe un enchaînement nécessaire dans la suite de nos idées, un ordre indispensable dans la marche de l'esprit humain; à ce qu'il était impossible de rien savoir sur ce qui se passe dans la respiration avant d'avoir reconnu :

1° Que le calorique (matière de chaleur) est un principe constitutif des fluides [2], et que c'est à ce principe qu'ils doivent leur état d'expansibilité, leur élasticité, et plusieurs autres des propriétés que nous leur connaissons;

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1789, p. 185.
(2) Sous ce nom générique nous comprenons les *airs* et les *gaz*.

2° Que l'air de l'atmosphère est un composé de deux fluides aériformes, savoir, d'un quart environ d'air vital, et de trois quarts de gaz azote;

3° Que la base de l'air vital, l'oxygène, est un principe commun à tous les acides, et que c'est lui qui constitue leur acidité;

4° Que le gaz acide carbonique (air fixe) est le résultat de la combinaison d'environ 72 parties en poids d'oxygène et de 28 parties de carbone (charbon pur);

5° Qu'il entre moins de calorique dans la composition d'un volume donné de gaz acide carbonique que dans un pareil volume d'air vital, et que c'est par cette raison qu'il se dégage du calorique pendant la combustion du carbone, c'est-à-dire pendant la conversion de l'air vital en acide carbonique par l'addition du carbone;

6° Enfin, que l'eau n'est point un élément, n'est point une substance simple, comme le croyaient les anciens, mais qu'elle est composée de 14,338 parties d'oxygène, et de 85,668 d'hydrogène[1].

M. Lavoisier, l'un de nous, a établi toutes ces vérités dans une suite de mémoires qui font partie du Recueil de l'Académie, et maintenant que ces vérités ont reçu la sanction du temps, qu'elles se trouvent confirmées par l'assentiment de presque tous les physiciens et chimistes de l'Europe, nous pouvons dire avec confiance qu'il n'en existe pas, en chimie, qui soient fondées sur des preuves plus évidentes.

(1) Nous nous servons ici du résultat indiqué par MM. Fourcroy, Seguin et Vauquelin, parce qu'il dérive d'une des expériences les plus exactes qui aient été faites en chimie.

Enfin, il était impossible de soumettre à des expériences précises les effets de la respiration, avant qu'on eût acquis des moyens simples, faciles et expéditifs, de faire l'analyse de l'air; et c'est un service que M. Seguin vient de rendre à la chimie [2].

Boyle, Hales, Black et Priestley sont les premiers qui se soient aperçus que la respiration exerce une action marquée sur l'air de l'atmosphère; qu'elle en diminue le volume, qu'elle en change la nature, et qu'en un assez court intervalle de temps le fluide qui sert à cette fonction perd la propriété d'entretenir la vie des animaux.

Sans trop se rendre compte de ce qui se passait dans ce genre d'expériences, les chimistes sectateurs de la doctrine de Stahl essayèrent d'en expliquer les résultats; ils y parvinrent avec cette facilité qu'on leur connaît, c'est-à-dire à l'aide de leur principe ordinaire, le phlogistique, qui, comme un Protée, peut se prêter à tout, et prendre toutes les couleurs, comme toutes les formes. Supposant donc que pendant la respiration il s'exhalait du poumon des animaux une certaine quantité de phlogistique, les disciples de Stahl admirent la phlogistication de l'air par la respiration, comme ils avaient admis la phlogistication par la combustion, par l'oxydation des métaux, etc. et, comme les produits de ces différentes opérations leur parurent identiques, ils y trouvèrent de nouveaux motifs de conclure que le phlogistique était un être identique dans les trois règnes de la nature.

Des expériences de comparaison, que M. Lavoisier

(1) *Mémoire sur l'Eudiométrie*, Annales de chimie, t. IX, p. 293.

entreprit bientôt après, lui firent connaître les principaux effets et les différents produits de la respiration, de la combustion, de l'oxydation, etc. et le mirent en état d'apprécier le degré d'analogie qui existe entre ces différentes opérations. Il fit voir que dans toutes il y a décomposition de l'air vital contenu dans l'air atmosphérique et dégagement d'une portion de son calorique spécifique, que dans toutes il reste, après le lavage dans l'alcali (alcali caustique), un résidu identique, le gaz azote, qui n'est point un produit de l'opération, mais qui est une partie constituante de l'air atmosphérique.

Il annonça ensuite en 1777 que la respiration est une combustion lente d'une portion de carbone que contient le sang, et que la chaleur animale est entretenue par la portion de calorique qui se dégage au moment de la conversion de l'air vital de l'atmosphère en gaz acide carbonique, comme il arrive dans toute combustion du carbone.

Les expériences que publièrent, en 1780, MM. De Laplace et Lavoisier [1], non seulement confirmèrent ces énoncés mais elles offrirent encore un résultat tout à fait inattendu, et dont il était impossible alors de sentir toute l'importance. Ces deux physiciens reconnurent qu'il se dégage des animaux, dans un temps donné, une quantité de calorique plus grande que celle qui devrait résulter de la quantité de gaz acide carbonique qui se forme dans un temps égal par la respiration.

Enfin, en 1785, M. Lavoisier crut pouvoir annoncer dans un mémoire publié dans le Recueil de la Société

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1780, page 355.

de Médecine, que très probablement la respiration ne se borne pas à une combustion de carbone, mais qu'elle occasionne encore la combustion d'une partie de l'hydrogène contenu dans le sang, et conséquemment, que la respiration opère non seulement une formation de gaz acide carbonique, mais encore une formation d'eau, ce qui explique parfaitement bien le phénomène observé par MM. de Laplace et Lavoisier.

M. Seguin donna de nouveaux développements à cette théorie, et la confirma par de nouvelles expériences, dans un mémoire qu'il lut à la Société de Médecine. Il y présenta un extrait des recherches de MM. Priestley, Crawford, Hamilton, etc. sur cet objet, et y exposa les conséquences qu'on pouvait en déduire.

Tel était l'ensemble de nos connaissances à l'instant où nous avons formé le plan d'un travail très étendu sur presque toutes les parties de l'économie animale. Nous allons présenter, dans ce premier mémoire, les principaux résultats des expériences que nous avons faites sur la respiration.

En partant des connaissances acquises, et en nous réduisant à des idées simples, que chacun puisse facilement saisir, nous dirons d'abord, en général, que la respiration n'est qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène, qui est semblable en tout à celle qui s'opère dans une lampe ou dans une bougie allumée, et que, sous ce point de vue, les animaux qui respirent sont de véritables corps combustibles qui brûlent et se consument.

Dans la respiration, comme dans la combustion, c'est l'air de l'atmosphère qui fournit l'oxygène et

le calorique; mais, comme dans la respiration c'est la substance même de l'animal, c'est le sang qui fournit le combustible, si les animaux ne réparaient pas habituellement par les aliments ce qu'ils perdent par la respiration, l'huile manquerait bientôt à la lampe, et l'animal périrait, comme une lampe s'éteint lorsqu'elle manque de nourriture.

Les preuves de cette identité d'effets entre la respiration et la combustion se déduisent immédiatement de l'expérience. En effet, l'air qui a servi à la respiration ne contient plus, à la sortie du poumon, la même quantité d'oxygène; il renferme non seulement du gaz acide carbonique, mais encore beaucoup plus d'eau qu'il n'en contenait avant l'inspiration. Or, comme l'air vital ne peut se convertir en acide carbonique que par une addition de carbone; qu'il ne peut se convertir en eau que par une addition d'hydrogène; que cette double combinaison ne peut s'opérer sans que l'air vital perde une partie de son calorique spécifique, il en résulte que l'effet de la respiration est d'extraire du sang une portion de carbone et d'hydrogène, et d'y déposer à la place une portion de son calorique spécifique, qui, pendant la circulation, se distribue avec le sang dans toutes les parties de l'économie animale, et entretient cette température à peu près constante qu'on observe dans tous les animaux qui respirent.

On dirait que cette analogie qui existe entre la combustion et la respiration n'avait point échappé aux poètes, ou plutôt aux philosophes de l'antiquité, dont ils étaient les interprètes et les organes. Ce feu dérobé du ciel, ce flambeau de Prométhée, ne présente

pas seulement une idée ingénieuse et poétique, c'est la peinture fidèle des opérations de la nature, du moins pour les animaux qui respirent : on peut donc dire, avec les anciens, que le flambeau de la vie s'allume au moment où l'enfant respire pour la première fois, et qu'il ne s'éteint qu'à sa mort.

En considérant des rapports si heureux, on serait quelquefois tenté de croire qu'en effet les anciens avaient pénétré plus avant que nous ne le pensons dans le sanctuaire des connaissances, et que la fable n'est véritablement qu'une allégorie, sous laquelle ils cachaient les grandes vérités de la médecine et de la physique.

Tout ce que nous avons à dire en ce moment sur la respiration n'est que le développement de l'idée principale que nous venons d'énoncer. Nous avons commencé ce mémoire par où, peut-être, nous aurions dû le finir, par la conséquence. Mais nous avons pensé qu'au risque même de nous répéter, il pourrait être utile d'offrir dès le commencement au lecteur le fil qui doit le conduire. Le voyageur est moins sujet à s'égarer lorsqu'il voit devant lui le terme auquel il se propose d'arriver.

C'est sur des cochons d'Inde que nous avons d'abord opéré. Ces animaux sont doux, la nature ne leur a donné aucun moyen de nuire. Ils sont d'une constitution robuste, faciles à nourrir; ils supportent longtemps la faim et la soif; enfin ils sont assez gros pour produire en très peu de temps des altérations sensibles dans l'air qu'ils respirent.

La quantité d'air vital qu'ils consomment par heure est de 40 à 50 pouces cubiques, suivant leur

force et leur grosseur; mais, comme le gaz acide carbonique est pour eux, ainsi que pour presque tous les animaux, un poison mortel qu'ils ne peuvent respirer, même en médiocre quantité, sans éprouver des accidents funestes, il est nécessaire, pour continuer longtemps les expériences sur le même animal sans qu'il en souffre, d'absorber le gaz acide carbonique à mesure qu'il se forme. Pour remplir cet objet, nous commencions par faire passer sous une cloche de verre une quantité connue d'air vital; nous y introduisions ensuite le cochon d'Inde en le faisant passer à travers l'eau; dès qu'il était dans la cloche, nous le soulevions et nous le soutenions dans l'air qu'elle contenait, à l'aide d'une espèce de sébile en bois, montée sur trois pieds et recouverte d'une toile de crin; les pieds de ce support étaient assez longs pour que l'animal fût soutenu à six ou huit pouces au-dessus de la surface de l'eau.

On conçoit que la sébile, en passant ainsi à travers l'eau, devait s'en remplir; nous la vidions avec un siphon, après quoi nous y introduisions de l'alcali au moyen d'un entonnoir adapté à un tube recourbé. Ces opérations se font avec facilité quand on y est habitué.

Pour plus de sûreté, nous placions encore entre les trois pieds du support une capsule qui nageait sur la surface de l'eau, et que nous remplissions également d'alcali. Avec ces précautions, le gaz acide carbonique était aussitôt absorbé que formé, et l'animal n'était pas plus incommodé que s'il eût respiré dans l'air libre. Si l'expérience dure longtemps, plusieurs jours, par exemple, il faut remplacer par

des quantités connues d'air vital celui qui est absorbé par la respiration de l'animal, ou plutôt qui est employé à former du gaz acide carbonique et de l'eau. On doit avoir également soin de renouveler l'alcali lorsqu'il approche d'être saturé d'acide carbonique.

On sait que la combustion, toutes choses égales d'ailleurs, est d'autant plus rapide que l'air dans lequel elle s'opère est plus pur. Ainsi, par exemple, il se consomme, dans un temps donné, beaucoup plus de charbon ou de tout autre combustible dans l'air vital que dans l'air de l'atmosphère. On avait toujours pensé qu'il en était de même de la respiration; qu'elle devait s'accélérer dans l'air vital, et qu'alors il devait se dégager, soit dans le poumon, soit dans le cours de la circulation, une plus grande quantité de calorique. Mais l'expérience a détruit toutes ces opinions, qui n'étaient fondées que sur l'analogie. Soit que les animaux respirent dans l'air vital pur, soit qu'ils respirent dans ce même air, mélangé avec une proportion plus ou moins considérable d'azote, la quantité d'air vital qu'ils consomment est toujours la même, à de très légères différences près. Il nous est arrivé plusieurs fois de tenir un cochon d'Inde pendant plusieurs jours, soit dans l'air vital pur, soit dans un mélange de quinze parties de gaz azote et d'une d'air vital, en entretenant constamment les mêmes proportions; l'animal, dans les deux cas, est demeuré dans son état naturel; sa respiration et sa circulation ne paraissaient pas sensiblement ni accélérées ni retardées; sa chaleur était égale, et il avait seulement, lorsque la proportion du gaz azote

devenait trop forte, un peu plus de disposition à l'assoupissement.

M. Lavoisier avait déjà annoncé que le gaz azote contenu dans l'atmosphère n'éprouvait aucun changement pendant la respiration, et qu'il ressortait du poumon en même quantité qu'il y était entré. Nous avons cru devoir constater ce fait par des expériences très rigoureuses, et nous nous sommes assurés que réellement il n'y a ni dégagement ni absorption de gaz azote pendant la respiration.

Il y avait, d'après cela, lieu de présumer qu'on pouvait substituer au gaz azote qui entre dans la composition de l'air de l'atmosphère un volume égal d'un gaz quelconque, pourvu qu'il ne fût ni acide ni alcali et qu'il n'eût aucune qualité nuisible. L'expérience a encore confirmé pleinement cette conjecture.

Nous avons essayé d'introduire des cochons d'Inde sous des cloches de verre remplies d'un mélange d'air vital et de gaz hydrogène pur, à peu près dans les proportions en volume qui existent entre l'air vital et le gaz azote dans l'air de l'atmosphère. Ils y ont demeuré longtemps sans paraître souffrir, et ce n'est qu'au bout de huit ou dix heures qu'ils ont donné des signes de malaise. Le gaz hydrogène n'a paru avoir éprouvé aucune diminution, et il est ressorti de leur poumon à peu près tel qu'il y était entré.

Nous répéterons une dernière fois que, dans toutes ces expériences, il est nécessaire d'absorber, au moyen de l'alcali, le gaz acide carbonique à mesure qu'il se forme; qu'autrement l'animal périrait en peu de temps par suite de l'action irritante que le gaz acide carbonique exerce sur le poumon.

Ces premières expériences donnaient déjà des idées générales sur la respiration; nous avions même entrevu qu'elle s'accélérait pendant la digestion, et que les animaux consommaient alors une plus grande quantité d'air. Nous avions également aperçu que le mouvement et l'agitation augmentaient encore ces effets; mais nous étions loin encore du but que nous nous étions proposé d'atteindre, et d'ailleurs, après avoir opéré sur des animaux, nous désirions faire des applications plus particulières à ce qui se passe dans la respiration humaine.

Quelque pénibles, quelque désagréables, quelque dangereuses même que fussent les expériences auxquelles il fallait se livrer, M. Seguin a désiré qu'elles se fissent toutes sur lui-même. Nous les avons répétées un grand nombre de fois, et la précision des résultats a presque toujours été au delà de nos espérances. L'Académie a sous les yeux une partie des appareils dont nous nous sommes servis. Nous en donnerons la description détaillée dans un autre mémoire.

Il résulte des expériences auxquelles M. Seguin s'est soumis qu'un homme à jeun et dans un état de repos, et dans une température de 26 degrés de thermomètre à mercure, divisé en 80 parties, consomme par heure 1210 pouces d'air vital; que cette consommation augmente par le froid, et que le même homme, également à jeun et en repos, mais dans une température de 12 degrés seulement, consomme par heure 1344 pouces d'air vital.

Pendant la digestion, cette consommation s'élève à 1800 ou 1900 pouces.

Le mouvement et l'exercice augmentent considérablement toutes ces proportions. M. Seguin étant à jeun et ayant élevé pendant un quart d'heure un poids de 15 livres à une hauteur de 613 pieds, sa consommation d'air pendant ce temps a été de 800 pouces, c'est-à-dire de 3200 pouces par heure.

Enfin, le même exercice fait pendant la digestion a porté à 4600 pouces par heure la quantité d'air vital consommé. Les efforts que M. Seguin avait faits dans cet intervalle équivalaient à l'élévation d'un poids de 15 livres à une hauteur de 650 pieds, pendant un quart d'heure.

Dans toutes ces expériences, la température du sang reste assez constamment la même, du moins à quelques fractions de degré près. Mais le nombre de pulsations des artères et celui des inspirations varient d'une manière très remarquable. Nous sommes parvenus, à cet égard, à constater deux lois de la plus haute importance.

La première, c'est que l'augmentation du nombre des pulsations est assez exactement en raison directe de la somme des poids élevés à une hauteur déterminée, pourvu toutefois que la personne soumise aux expériences ne porte pas ses efforts trop près de la limite de ses forces, parce qu'alors elle est dans un état de souffrance, et sort de l'état naturel. La seconde, c'est que la quantité d'air vital consommé est, toutes choses égales d'ailleurs, lorsque la personne ne respire qu'aussi souvent que le besoin l'exige, en raison composée des inspirations et des pulsations, c'est-à-dire en raison directe du produit des inspirations par les pulsations.

Nous ne parlons en ce moment que de rapports. On conçoit, en effet, que la consommation absolue doit varier considérablement dans différents individus, suivant leur âge, leur état de vigueur et de santé, suivant qu'ils ont plus ou moins contracté l'habitude des travaux pénibles; mais il n'est pas moins vrai qu'il existe pour chaque personne une loi qui ne se dément pas, lorsque les expériences sont faites dans les mêmes circonstances et à des intervalles de temps peu éloignés. Ces lois sont même assez constantes, pour qu'en appliquant un homme à un exercice pénible, et en observant l'accélération qui résulte dans le cours de la circulation, on puisse en conclure à quel poids, élevé à une hauteur déterminée, répond la somme des efforts qu'il a faits pendant le temps de l'expérience.

Ce genre d'observation conduit à comparer des emplois de forces entre lesquelles il semblerait n'exister aucun rapport. On peut connaître, par exemple, à combien de livres en poids répondent les efforts d'un homme qui récite un discours, d'un musicien qui joue d'un instrument. On pourrait même évaluer ce qu'il y a de mécanique dans le travail du philosophe qui réfléchit, de l'homme de lettres qui écrit, du musicien qui compose. Ces effets, considérés comme purement moraux, ont quelque chose de physique et de matériel qui permet, sous ce rapport, de les comparer avec ceux que fait l'homme de peine. Ce n'est donc pas sans quelque justesse que la langue française a confondu, sous la dénomination commune de *travail*, les efforts de l'esprit comme ceux du corps, le travail du cabinet et le travail du mercenaire.

Il résulte de tout ce que nous venons de dire, que la quantité d'air vital que consomment les différents individus est très variable, et qu'elle n'est rigoureusement la même dans aucune circonstance de la vie, dans aucun instant de la journée. Cependant, si l'on veut avoir de cette consommation moyenne, ou, du moins, de la plus ordinaire, une idée facile à retenir, on peut l'évaluer à un pied cube ou 1728 pouces par heure; ce qui revient, pour les vingt-quatre heures, à 24 pieds cubes, et, en poids, à 2 livres 1 once 1 gros. Nous donnerons, avec une grande exactitude, dans un prochain mémoire, les quantités d'acide carbonique et d'eau que cette quantité d'air forme dans le poumon; en attendant, nous supposons que cette quantité est de 2 livres 5 onces 4 gros d'acide carbonique, et de 5 gros 51 grains d'eau.

Mais, puisque l'acide carbonique est formé de 72 parties de gaz oxygène et de 28 de charbon; puisque l'eau est composée de 85 parties d'oxygène et de 15 d'hydrogène ou gaz inflammable, enfin, puisqu'il se forme en vingt-quatre heures, par la respiration, 2 livres 5 onces 4 gros d'acide carbonique, il en résulte que la respiration enlève au sang, en vingt-quatre heures, 10 onces 4 gros de carbone et 1 once 5 gros 51 grains d'hydrogène.

Tant que nous n'avons considéré dans la respiration que la seule consommation de l'air, le sort du riche et celui du pauvre était le même; car l'air appartient également à tous et ne coûte rien à personne; l'homme de peine qui travaille davantage jouit même plus complètement de ce bienfait de la nature. Mais maintenant que l'expérience nous apprend que la

respiration est une véritable combustion, qui consume à chaque instant une portion de la substance de l'individu; que cette consommation est d'autant plus grande que la circulation et la respiration sont plus accélérées, qu'elle augmente à proportion que l'individu mène une vie plus laborieuse et plus active, une foule de considérations morales naissent comme d'elles-mêmes de ces résultats de la physique.

Par quelle fatalité arrive-t-il que l'homme pauvre, qui vit du travail de ses bras, qui est obligé de déployer pour sa subsistance tout ce que la nature lui a donné de forces, consomme plus que l'homme oisif, tandis que ce dernier a moins besoin de réparer? Pourquoi, par un contraste choquant, l'homme riche jouit-il d'une abondance qui ne lui est pas physiquement nécessaire et qui semblait destinée pour l'homme laborieux? Gardons-nous cependant de calomnier la nature, et de l'accuser des fautes qui tiennent sans doute à nos institutions sociales et qui peut-être en sont inséparables. Contentons-nous de bénir la philosophie et l'humanité, qui se réunissent pour nous promettre des institutions sages, qui tendront à rapprocher les fortunes de l'égalité, à augmenter le prix du travail, à lui assurer sa juste récompense, à présenter à toutes les classes indigentes, plus de jouissances et plus de bonheur. Faisons des vœux surtout pour que l'enthousiasme et l'exagération qui s'emparent si facilement des hommes réunis en assemblées nombreuses, pour que les passions humaines qui entraînent la multitude si souvent contre son propre intérêt, et qui comprennent dans leur tourbillon le sage et le philosophe

comme les autres hommes, ne renversent pas un ouvrage entrepris dans de si belles vues, et ne détruisent pas l'espérance de la patrie.

L'ordre physique, assujetti à des lois immuables, arrivé dès longtemps à un état d'équilibre que rien ne peut déranger, n'est point sujet à ces mouvements tumultueux que présente quelquefois l'ordre moral. C'est une chose vraiment admirable que ce résultat de forces continuellement variables et continuellement en équilibre qui s'observent à chaque pas dans l'économie animale, et qui permettent à l'individu de se prêter à toutes les circonstances où le hasard le place. L'homme, à cet égard, a été plus favorisé par la nature qu'aucun des autres animaux; il vit également dans toutes les températures et dans tous les climats : son tempérament se prête au mouvement et au repos, à l'abstinence comme aux excès de nourriture; presque tous les aliments lui sont bons, soit qu'ils soient succulents, soit qu'ils ne le soient pas; soit qu'ils appartiennent à un règne ou à un autre. Se trouve-t-il dans un climat froid? d'un côté, l'air étant plus dense, il s'en décompose une plus grande quantité dans le poumon; plus de calorique se dégage et va réparer la perte qu'occasionne le refroidissement extérieur. D'un autre côté, la transpiration diminue; il se fait moins d'évaporation, donc moins de refroidissement. Le même individu passe-t-il dans une température beaucoup plus chaude? l'air est plus raréfié, il ne s'en décompose plus une aussi grande quantité, moins de calorique se dégage dans le poumon, une transpiration abondante qui s'établit enlève tout l'excédent de calorique que fournit la

respiration; et c'est ainsi que s'établit cette température à peu près constante de 32° (*thermomètre de Réaumur*), que plusieurs quadrupèdes, et que l'homme particulièrement, conservent dans quelque circonstance qu'ils se trouvent.

Il existe de semblables compensations, qui permettent à l'homme de passer successivement, suivant ses besoins et sa volonté, d'une vie active à une vie tranquille. Se tient-il dans un état d'inaction et de repos? la circulation est lente, ainsi que la respiration; il consomme moins d'air; il exhale par le poumon moins de carbone et d'hydrogène, et conséquemment il a besoin de moins de nourriture.

Est-il obligé de se livrer à des travaux pénibles? la respiration s'accélère; il consomme plus d'air, il perd plus d'hydrogène et de carbone, et, conséquemment, il a besoin de réparer plus souvent et davantage par la nutrition.

En rapprochant ces réflexions des résultats qui les ont précédées, on voit que la machine animale est principalement gouvernée par trois régulateurs principaux : la respiration, qui consomme de l'hydrogène et du carbone et qui fournit du calorique; la transpiration, qui augmente ou qui diminue, suivant qu'il est nécessaire d'emporter plus ou moins de calorique; enfin la digestion, qui rend au sang ce qu'il perd par la respiration et la transpiration.

L'intensité de l'action de ces trois agents peut varier dans des limites assez étendues; mais il est des bornes au delà desquelles les compensations ne peuvent plus avoir lieu, et c'est alors que commence l'état de maladie. Quoique cet objet semble étranger à

l'Académie et fasse partie plus particulièrement du domaine de quelques autres sociétés savantes, cependant, comme les travaux dont elle s'occupe embrassent l'universalité des connaissances humaines, nous nous reprocherions d'écarter quelques considérations importantes qui se trouvent essentiellement liées à notre sujet.

Dans la course, dans la danse, dans tous les exercices violents, quelque accélération qu'éprouvent la respiration et la circulation, quelque accroissement que prenne la consommation d'air, de carbone et d'hydrogène, l'équilibre de l'économie animale n'est pas troublé, tant que les aliments plus ou moins digérés qui sont presque toujours en réserve dans le canal intestinal fournissent aux pertes; mais, si la dépense qui se fait par le poumon est supérieure à la recette qui se fait par la nutrition, le sang se dépouille de plus en plus d'hydrogène et de carbone; et telle est la cause sans doute des maladies inflammatoires proprement dites.

Dans ce cas, l'animal est averti du danger qu'il court par la lassitude, par l'épuisement et la perte de ses forces; il sent le besoin de rétablir l'équilibre dans l'économie animale par la nourriture et par le repos. Les individus d'un tempérament faible en sont avertis plus tôt que les autres, et c'est par cette raison que les personnes d'un tempérament robuste sont les plus exposées aux maladies violentes.

L'effet contraire doit arriver, soit par le défaut absolu de tout mouvement, de tout exercice, soit par l'usage de certains aliments, soit enfin par un vice des organes de la nutrition ou de ceux de la respira-

tion. Les digestions, dans différents cas, introduisant dans le sang plus de substance que la respiration n'en peut consommer, il doit s'établir dans la masse du sang un excès de carbone ou un excès d'hydrogène, ou de l'un et de l'autre à la fois. La nature lutte alors contre cette altération des humeurs; elle presse la circulation par la fièvre, elle s'efforce de réparer, par une respiration accélérée, le désordre qui trouble sa marche; souvent elle y parvient, sans aucun secours étranger, et alors l'animal recouvre la santé. Dans le cas contraire, il succombe, à moins que la nature ne trouve d'autres moyens de rétablir l'équilibre. C'est très probablement ce qui se passe dans les maladies putrides, les fièvres malignes, etc. classes de maladies bien connues quant aux symptômes, mais très peu connues quant aux causes qui les produisent, et quant aux méthodes curatives.

On conçoit, d'après cela, comment l'art du médecin consiste souvent à laisser la nature aux prises avec elle-même; comment, par la diète seule, il est possible de changer la qualité du sang, en diminuant la quantité de carbone et d'hydrogène qu'il contient: en effet, alors la respiration consommant toujours, et la digestion ne fournissant plus, le sang doit se dépouiller de plus en plus de carbone et d'hydrogène.

On conçoit encore comment une diète trop austère et trop longtemps prolongée pourrait changer, à la longue, la nature de la maladie; comment les purgatifs, en suspendant les fonctions de la digestion, donnent à la respiration le temps de remplir son office et d'évacuer l'excès de carbone et d'hydrogène qui s'est accumulé dans le sang; comment les mêmes

purgatifs, imprudemment administrés dans les maladies où les humeurs tendent à l'inflammation, contrarient le vœu de la nature, empêchent les organes de la digestion de rendre au sang l'hydrogène et le carbone qui lui manquent, augmentent l'inflammation et conduisent le malade à la mort.

Enfin, on conçoit comment les altérations survenues à l'air qui nous environne peuvent être la cause de maladies endémiques, des fièvres d'hôpitaux et de prisons, comment le grand air, une respiration plus libre, un changement de genre de vie sont souvent, pour ces dernières maladies, le remède le plus efficace.

Nous ne nous dissimulons pas une objection qu'on peut faire, et que nous nous sommes faite à nous-mêmes, contre la théorie que nous venons de présenter. Aucune expérience ne prononce d'une manière décisive que le gaz acide carbonique qui se dégage pendant l'expiration se soit formé immédiatement dans le poumon, ou dans le cours de la circulation, par la combinaison de l'oxygène de l'air avec le carbone du sang. Il serait possible qu'une partie de cet acide carbonique se formât par la digestion, qu'il fût introduit dans la circulation avec le chyle ; enfin, que, parvenu dans le poumon, il fût dégagé du sang à mesure que l'oxygène se combine avec lui par une affinité supérieure.

Les expériences que nous avons déjà entreprises sur la digestion et sur la transpiration éclairciront probablement ce doute; elles lèveront, nous l'espérons du moins, les incertitudes qui nous restent encore sur cet objet. Peut-être alors serons-nous obligés

d'apporter quelques changements dans la doctrine que nous avons présentée dans ce mémoire. Ces modifications des premières idées ne coûtent rien à ceux qui ne cherchent la vérité que pour elle-même et sans autre désir que celui de la trouver. Nous ne nous croyons pas, au surplus, éloignés du terme où, après avoir éliminé toutes les incertitudes, la théorie de la respiration ne laissera plus rien à désirer.

Nous terminerons ce mémoire par une réflexion consolante. Il n'est pas indispensable, pour bien mériter de l'humanité et pour payer son tribut à la patrie, d'être appelé à ces fonctions publiques et éclatantes qui concourent à l'organisation et à la régénération des empires. Le physicien peut aussi, dans le silence de son laboratoire et de son cabinet, exercer des fonctions patriotiques; il peut espérer, par ses travaux, de diminuer la masse des maux qui affligent l'espèce humaine; d'augmenter ses jouissances et son bonheur, et n'eût-il contribué, par les routes nouvelles qu'il s'est ouvertes, qu'à prolonger de quelques années, de quelques jours même, la vie moyenne des hommes, il pourrait aspirer aussi au titre glorieux de bienfaiteur de l'humanité.

PREMIER MÉMOIRE

SUR

LA TRANSPIRATION DES ANIMAUX

Par

SEGUIN et LAVOISIER[1].

Dans le mémoire que nous avons lu à la séance publique du 13 novembre dernier, nous avons fait voir que la machine animale est gouvernée par trois régulateurs principaux :

La *respiration*, qui, en opérant dans le poumon, et peut-être aussi dans d'autres endroits du système, une combustion lente d'une partie de l'hydrogène et du carbone que contient le sang, produit un dégagement de calorique absolument nécessaire à l'entretien de la chaleur animale.

La *transpiration*, qui, en occasionnant une perte de l'humeur transpirable, facilite le dégagement d'une certaine quantité de calorique nécessaire à la dissolution de cette humeur dans l'air environnant, et

(1) Lu à la rentrée publique, le 14 avril 1790. (*Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1790, p. 77.)

Dans la table des matières, ce titre est accompagné de la note suivante :

« Les expériences, aussi nombreuses que difficiles, contenues dans » ce mémoire, doivent bien faire regretter la perte de l'auteur, qui » devait continuer ces utiles recherches ainsi que beaucoup d'autres. » (Voy. son éloge prononcé au lycée par le citoyen Fourcroy, et celui que Lalande a donné dans le Magasin encyclopédique, t. V.)

empêche conséquemment, par le refroidissement continuel que produit ce dégagement, que l'individu ne prenne un degré de température supérieur à celui qu'a fixé la nature.

La *digestion*, qui, fournissant au sang de l'eau, de l'hydrogène et du carbone, rend habituellement à la machine ce qu'elle perd par la transpiration et par la respiration, et rejette ensuite au dehors, par les déjections, les substances qui nous sont nuisibles ou superflues.

Les effets de ces différentes causes varient en raison d'une infinité de circonstances, même dans des limites assez étendues; et c'est ainsi que, par des moyens variables dont les effets se compensent, la nature parvient à cet état d'équilibre et de régularité qui constitue l'état de santé.

L'homme se trouve-t-il dans un climat froid? d'un côté, à raison de la plus grande densité de l'air, le contact dans le poumon devient plus considérable; plus d'air s'y décompose, plus de calorique s'y dégage et va réparer la perte qu'occasionne le refroidissement extérieur; en même temps la transpiration diminue, il se fait moins d'évaporation, donc moins de refroidissement.

Le même individu passe-t-il dans une température beaucoup plus chaude? l'effet contraire arrive, l'air étant moins dense, son contact avec le sang est moins considérable; moins d'air se décompose, moins de calorique se dégage; une transpiration plus abondante s'établit; une plus grande quantité de calorique est enlevée, et c'est ainsi que se maintient ce degré de chaleur à peu près uniforme qui s'observe dans les animaux qui respirent.

Tant que la variation de ces effets ne sort pas des limites qu'a fixées la nature, tant que les moyens de compensation sont suffisants, l'animal est dans l'état de santé. Mais, si la respiration enlève par le poumon plus ou moins d'hydrogène et de carbone que la digestion n'en fournit, si la transpiration et le refroidissement qu'elle occasionne, concurremment avec l'air environnant, n'enlèvent pas tout le calorique qui provient de la décomposition de l'air vital opérée dans le poumon ou dans tout autre endroit de notre système, l'économie animale est bientôt troublée, et le sang change de qualité, soit par excès, soit par défaut d'hydrogène, de carbone, ou de tous deux à la fois.

Nous avons fait voir comment, dans ces circonstances, la nature retarde ou accélère le mouvement de la circulation, comment elle augmente ou diminue la quantité de sang qui passe en un temps donné dans les poumons; avec quelle énergie elle lutte contre les obstacles, et comment elle parvient souvent à les surmonter, quand elle n'est pas troublée dans sa marche.

C'est principalement sur les phénomènes de la respiration que nous avons fixé l'attention de l'Académie, dans nos mémoires sur la respiration des animaux. Nous allons lui présenter aujourd'hui le commencement d'un travail très étendu sur leur transpiration, et nous passerons successivement en revue, dans d'autres mémoires, tous les phénomènes des fonctions animales les plus importantes.

On donne généralement le nom de transpiration à une émanation principalement aqueuse qui s'exhale continuellement du corps des animaux, qui échappe

à la vue, et qui ne devient sensible que lorsqu'elle cesse d'être tenue en dissolution dans l'air.

Ce n'est pas seulement par les pores de la peau que cette émanation a lieu ; il s'exhale aussi une quantité considérable d'humidité par le poumon à chaque expiration. Nous distinguerons donc ici la *transpiration cutanée*, celle qui se fait par la peau, d'avec la *transpiration pulmonaire*.

Sanctorius est le premier qui ait entrepris des expériences suivies sur la transpiration. Avant lui les effets de cette fonction étaient plutôt soupçonnés que connus.

Il se plaçait dans une chaise adaptée à une balance qui porte son nom, et il déterminait la quantité de sa transpiration par la perte de poids qu'il éprouvait.

Mais cet homme si justement célèbre, si recommandable par son zèle et sa patience, auquel nous avons l'obligation de nous avoir ouvert la carrière, manquait d'une foule de données réservées à d'autres siècles. On ne connaissait point alors les phénomènes de la respiration, la formation d'eau et d'acide carbonique qui l'accompagne; on ignorait qu'il existât deux sortes d'évaporation, l'une qui se fait par voie de dissolution dans l'air, l'autre qui a lieu par la simple combinaison du calorique avec le liquide qu'on veut vaporiser. On ne savait pas même que les causes principales qui influencent la respiration sont la densité plus ou moins grande de l'air, sa température et son degré de sécheresse ou d'humidité.

Sanctorius, privé de ces connaissances, a confondu tous les effets, et a regardé comme simple un résultat très composé. Son appareil était d'ailleurs tellement

défectueux, qu'il lui donnait à peine l'exactitude des onces dans les pesées.

Ces réflexions sont applicables aux expériences faites par Dodard, dont l'historien de l'Académie, Fontenelle, nous a conservé les principaux résultats.

On ne peut se défendre d'un sentiment d'étonnement, quand on considère que c'est sur des expériences, on peut dire, aussi grossières, que d'habiles médecins ont principalement fondé, comme l'observe l'historien de l'Académie, leur théorie et leur pratique. C'est alors qu'on sent combien sont précieux ces établissements publics qui rassemblent, à des époques déterminées, les savants attachés à tous les genres de sciences. C'est là que les esprits se perfectionnent par la discussion, par la contradiction même; que les sciences très éloignées les unes des autres en apparence s'éclairent réciproquement, enfin que se forme cette méthode devenue commune à toutes les sciences, l'*esprit d'analyse*.

C'est surtout depuis qu'une société naissante, déjà célèbre dès son premier âge, a porté dans ses travaux cet esprit d'analyse, que la médecine, longtemps stationnaire, a commencé à participer au mouvement rapide que ce siècle de philosophie a imprimé à toutes les sciences. C'est dans le sein et sous les yeux de la Société de Médecine que se sont faites presque toutes les découvertes modernes relatives à l'économie animale; elle les a toutes accueillies avec un grand empressement.

Dans le plan que nous nous étions tracé, nous avions trois effets à examiner : ceux de la transpiration cutanée, ceux de la transpiration pulmonaire,

ceux de la respiration ; et la méthode analytique, la seule qui puisse servir de guide dans les expériences, exigeait que nous trouvassions des moyens de séparer ces trois effets, et d'interroger, pour ainsi dire, l'une après l'autre, les trois causes qui les produisent.

Un habillement de taffetas enduit de gomme élastique, qui ne laisse pénétrer ni l'air ni l'humidité, nous a servi à séparer tous les phénomènes de la transpiration cutanée de ceux de la respiration.

L'un de nous étant dans ce vêtement qui se fermait par-dessus la tête au moyen d'une forte ligature, un tuyau qui s'adaptait à sa bouche et qui se mastiquait sur la peau, de manière à ne laisser échapper aucune portion d'air, lui donnait la liberté de respirer.

Tout ce qui appartenait à la respiration se passait, par ce moyen, en dehors de l'appareil ; tout ce qui appartenait à la transpiration se passait en dedans.

En se pesant avant d'entrer dans l'appareil et après en être sorti, la différence donnait la perte de poids due aux effets réunis de la respiration et de la transpiration.

En se pesant quelques instants après être entré dans l'appareil, et quelques instants avant d'en sortir, on avait la perte de poids due seulement aux effets de la respiration.

De toutes les difficultés que nous avons rencontrées dans ce travail, la plus considérable a été la séparation des effets de la respiration, de la transpiration, de la transpiration pulmonaire et de la transpiration cutanée. Pour mieux saisir ce que nous avons à dire à cet égard, il est d'abord nécessaire de rappeler quelques circonstances peu connues qui ont lieu pendant la respiration.

Il faut savoir d'abord qu'il suinte continuellement dans les bronches une humeur qui se sépare du sang, qui se filtre à travers les membranes du poumon, et qui est principalement composée d'hydrogène et de carbone.

C'est cette humeur qui, se trouvant très divisée au moment où elle sort des extrémités déliées des vaisseaux exhalants du poumon, se brûle en partie, en décomposant l'air vital avec lequel elle était en contact, et forme, pendant cette combustion, de l'eau et du gaz acide carbonique. On ne peut pas s'étonner que cette combustion existe dans le poumon, lorsqu'on voit que le fumier, dont la nature se rapproche beaucoup de celle du sang, se brûle, ainsi que l'a démontré l'un de nous, à la température ordinaire de l'atmosphère, c'est-à-dire à 8 ou 10 degrés; on doit même s'en étonner d'autant moins, que cette combustion est favorisée par le degré de chaleur qu'elle excite, comme il arrive dans presque toutes les combustions qui, une fois commencées, se continuent d'elles-mêmes, sans aucun autre secours, tant qu'on y fournit de l'air et du combustible.

L'acide carbonique qui se forme ainsi dans l'acte de la respiration, étant dans l'état de fluide, on conçoit aisément comment il est poussé en dehors par l'action du poumon dans le moment de l'expiration; mais il n'en est pas de même de l'eau qui se forme en même temps; elle s'accumulerait bientôt dans les bronches, si la nature n'avait des moyens pour l'évacuer; et voici un de ceux qu'elle emploie.

L'air entre froid dans le poumon, il en ressort avec une chaleur presque égale à celle du sang; or l'air

chaud dissout plus d'eau que l'air froid; et c'est en raison de cette augmentation de vertu dissolvante qu'il emporte avec lui l'eau existant dans le poumon.

Cette eau, comme on le voit, est de deux espèces : 1° celle qui suinte avec l'hydrogène carboné, c'est l'eau de la transpiration pulmonaire proprement dite ; 2° celle qui se forme par la combinaison de l'oxygène de l'air avec l'hydrogène du sang, c'est l'eau de la respiration.

Il était important de connaître les proportions respectives de ces deux portions d'eau, et nous y sommes parvenus.

Les moyens que nous avons employés, quoique simples dans la spéculation, ont présenté d'extrêmes difficultés dans la pratique; ils se trouvent détaillés dans notre second mémoire sur la respiration.

L'appareil dont nous nous sommes servis à cet effet était disposé de manière à ce qu'on pût mesurer avec une grande exactitude la quantité d'eau et d'acide carbonique exhalés, de même que la quantité d'air avant et après l'expérience.

On comprend facilement que, connaissant d'une part la quantité d'eau sortie du poumon, et de l'autre la quantité de gaz acide carbonique formée, il était facile de déterminer, par un calcul très simple, la quantité d'eau formée et la quantité d'eau qui était due à la transpiration pulmonaire. Mais nous devons faire observer qu'on suppose, dans la solution de ce problème, que toute la quantité de gaz acide carbonique qui se dégage à chaque expiration est formée dans le poumon ou pendant la circulation.

Si le gaz acide carbonique qui se dégage pendant

l'expiration était en partie un produit de la digestion, il faudrait attribuer à une autre cause la consommation d'air vital qui s'opère dans l'acte de la respiration; il faudrait supposer qu'il se forme plus d'eau, soit dans le poumon, soit pendant la circulation, et alors la transpiration pulmonaire se trouverait diminuée de toute la quantité d'eau qu'on serait forcé d'attribuer à cette formation; ou il faudrait admettre qu'une partie de l'air vital, étant absorbée dans le poumon, se fixe, pendant la circulation, avec quelques parties de notre système.

Il résulte de ces réflexions que le problème est indéterminé et susceptible de plusieurs solutions. Mais ce n'est pas le moment de discuter cette question très épineuse que de nouvelles expériences éclairciront, et nous nous tiendrons provisoirement à la solution qui nous paraît la plus probable.

L'augmentation de vertu dissolvante que l'air acquiert en s'échauffant dans le poumon suffit, le plus souvent, pour évacuer par voie de dissolution les deux portions d'eau que nous venons de distinguer, savoir, celle qui provient de la transpiration pulmonaire, et celle qui s'est formée par la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène. La nature emploie encore ici des moyens remarquables de compensation. Si la quantité d'eau qui suinte à travers la membrane des bronches est trop abondante, si l'air de la respiration, déjà chargé de l'eau qui s'est formée, n'est pas capable de la disssoudre, malgré les efforts d'une respiration plus accélérée, malgré l'augmentation de calorique qui en résulte et qui augmente la vertu dissolvante de l'air, l'excédant est reporté dans

la circulation par les vaisseaux absorbants du poumon, ou expectoré sous une forme quelconque.

On conçoit combien toutes ces causes doivent influer sur le phénomène de la transpiration ; qu'elle doit s'accélérer ou se retarder par un besoin machinal ; qu'il doit tantôt se former plus d'eau, tantôt plus de gaz acide carbonique ; que la transpiration pulmonaire, enfin, peut être augmentée ou diminuée par une infinité de circonstances.

Bornons-nous, pour l'instant, à la moyenne de nos résultats principaux. La perte de poids qu'éprouve un individu qui ne se livre pas même à des travaux de corps très pénibles, varie depuis 11 grains par minute jusqu'à 32, c'est-à-dire, en 24 heures, depuis 1 livre 11 onces 4 gros jusqu'à 5 livres. Dans cet effet total sont confondus les effets de la transpiration cutanée, de la transpiration pulmonaire et de la respiration.

En prenant, à cet égard, une moyenne, autant au moins que cet objet en est susceptible, la perte du poids total est de 18 grains par minute, et, en supposant qu'elle se continuât uniformément sur ce pied, elle serait de 1 once 7 gros par heure, et de 2 livres 3 onces en vingt-quatre heures.

	Livre.	Onces.
De ces 2 livres 13 onces, il en appartient à la transpiration cutanée.....	1	14
et aux effets de la respiration.....	»	15

En décomposant les effets de la respiration, toujours dans la supposition moyenne ci-dessus, on trouve :

1° Qu'un homme consomme, en vingt-quatre heures, 38,413 pouces cubes d'air vital, c'est-à-dire un peu plus de 22 pieds cubes, ou 33 onces 1 gros 10 grains;

	Pieds cubes.
2° Que, de cette quantité, il en est employé, à former de l'eau, un peu plus de	13
et à former de l'acide carbonique, un peu moins de	9
Total	22

3° Que le volume de gaz acide carbonique qui se dégage de ses poumons en vingt-quatre heures est de 14,930 pouces cubes, c'est-à-dire d'environ 8 pieds 6 pouces cubes, lesquels sont composés de :

	Liv.	Onces.	Gros.	Grains.
carbone	»	5	7	»
oxygène	»	12	»	4
Total	1	1	7	4

4° Que le poids de l'eau qui se forme dans ses poumons, pendant vingt-quatre heures, est de 1 livre 7 onces 5 gros 20 grains, lesquels sont composés de :

	Liv.	Onces.	Gros.	Grains.
hydrogène	»	3	3	10
oxygène	1	4	2	10
Total	1	7	5	20

5° Que la quantité d'eau qui se dégage toute formée par la transpiration pulmonaire est, en vingt-quatre heures, de 0 livre 5 onces 5 gros 62 grains;

	Liv.	Onces.	Gros.	Grains.
6° Qu'enfin, réunissant ensemble l'eau qui se dégage en vingt-quatre heures par la transpiration cutanée, qui est de	1	14	»	»
celle qui se dégage par la transpiration pulmonaire, qui est de	»	5	5	62
la quantité de carbone qui se consomme dans le même temps, qui est de.....	»	5	7	»
et la quantité d'hydrogène, qui est de	»	3	3	10
on a, pour la perte de poids totale qu'un homme éprouve en 24 heures.....	1	13	»	»

Nous le répétons encore ici, pour éviter toute équivoque, ces résultats ne sont exacts que dans une supposition qui nous paraît probable. C'est une des solutions d'un problème indéterminé que nous résoudrons d'une manière plus rigoureuse par voie d'élimination et par de nouvelles expériences. Celles que nous avons commencées sur la digestion lèveront probablement toute incertitude à cet égard.

Une circonstance très remarquable, qui prouve avec quelle attention la nature s'attache à établir les compensations que nous avons fait remarquer tant de fois, c'est que, sans s'attacher à ne prendre chaque jour que la même quantité de nourriture, sans s'astreindre à un genre de vie déterminé, pourvu que les repas soient pris à des heures à peu près réglées

et qu'on évite les excès, le même individu, après avoir augmenté de poids de toute la nourriture qu'il a prise, revient tous les jours, après la révolution de vingt-quatre heures, au même poids qu'il avait la veille. Si cet effet n'a pas lieu, l'animal est dans un état de souffrance ou de maladie.

On ne peut se lasser d'admirer le système de liberté générale que la nature semble avoir voulu établir dans tout ce qui a rapport aux êtres vivants. En leur donnant la vie, le mouvement spontané, une force active, des besoins, des passions, elle ne leur a point interdit d'en faire usage. Elle a voulu qu'ils fussent libres même d'en abuser; mais, prudente et sage, elle a mis partout des régulateurs, elle a fait marcher la satiété à la suite de la jouissance. L'animal, excité par la qualité ou la variété des mets, a-t-il franchi la limite qui lui avait été marquée, arrive l'indigestion, qui est à la fois le préservatif et le remède : la purgation qu'elle opère, le dégoût qui succède, rétablissent bientôt l'animal dans son état naturel.

L'ordre moral a, comme l'ordre physique, ses régulateurs; et, s'il en était autrement, il y a longtemps que les sociétés humaines n'existeraient plus, ou plutôt elles n'auraient jamais existé.

Nous n'avons examiné jusqu'ici que ce qui se passe dans l'état de santé, c'est à-dire dans l'état où toutes les compensations établies par la nature se font avec facilité et sans efforts. Elle est plus grande et plus étonnante encore lorsqu'elle est obligée de lutter contre des obstacles. Nous avons déjà acquis plus que des conjectures sur la cause d'un grand

nombre de maladies, sur les moyens de seconder les efforts que fait la nature pour les guérir. Mais, avant de hasarder une théorie, nous nous proposons de multiplier nos observations, de porter nos recherches sur les phénomènes de la digestion et sur l'analyse du sang dans l'état de santé et dans l'état de maladie.

Nous mettrons à contribution les fastes de la médecine, les lumières et l'expérience des savants médecins qui nous environnent; et ce n'est que lorsque nous pourrons paraître armés de toutes pièces, que nous oserons attaquer le colosse antique et révéré des préjugés et des erreurs.

Table des Matières

Pages

Avertissement..... v

Notice biographique..... vii

Expériences sur la Respiration des Animaux et sur les changements qui arrivent à l'Air en passant par leur poumon..... 1

Altérations qu'éprouve l'Air respiré..... 15

Premier mémoire sur la Respiration des Animaux..... 31

Premier mémoire sur la Transpiration des Animaux..... 53